宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック

(科学衛星編)

平成 26 年 5 月 15 日 制定

宇宙航空研究開発機構

免責条項

ここに含まれる情報は、一般的な情報提供のみを目的としています。JAXA は、かかる情報の正確性、有用性又は適時性を含め、明示又は黙示に何ら保証するものではありません。また、JAXA は、かかる情報の利用に関連する損害について、何ら責任を負いません。

Disclaimer

The information contained herein is for general informational purposes only. JAXA makes no warranty, express or implied, including as to the accuracy, usefulness or timeliness of any information herein. JAXA will not be liable for any losses relating to the use of the information.

発行

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部

JAXA（Japan Aerospace Exploration Agency）

目　　次

はじめに.....1
1　総則.....2
1.1 目的.....2
1.2 範囲.....2
2　関連文書.....3
2.1 参考文書.....3
3　用語の定義と略語.....5
3.1 用語の定義.....5
3.2 略語.....6
4　一般（共通）事項.....8
4.1 宇宙適用の概念と基本フロー.....8
4.2 ユーザ（システム/機器メーカ）側と部品メーカ側の合意（協力）.....12
4.3 ミッションカテゴリと部品の品質保証レベル.....27
4.4 選定指針と禁止・制約に関する共通事項.....29
4.4.1　一般.....29
4.4.2　選定指針.....29
4.4.3　故障率.....29
4.4.4　温度範囲.....30
4.4.5　選定・適用上の禁止及び制約事項.....30
4.4.6　耐放射線性.....31
4.4.7　ディレーティング.....33
4.5 候補部品の審査プロセス.....33
4.5.1　候補部品と使用部品リスト.....33
4.5.2　候補部品の評価.....34
4.5.2.1　構造解析.....34
4.5.2.2　評価試験.....36
4.5.3　非標準部品承認申請(NSPAR)と審査.....44
4.6 宇宙転用可能な ASIC の扱い.....44
4.6.1　必要性／要求検討.....45
4.6.2　前工程と後工程の選定.....45
5　品質保証.....47
5.1 品質保証レベル別の評価、および品質保証.....47
5.2 部品メーカの審査と調達経路の確認.....47
5.2.1　部品メーカの審査.....47

5.2.2　調達経路の確認 47
5.3 候補部品の調達 48
5.3.1　調達仕様書 48
5.3.2　スクリーニング試験 48
5.3.3　ロット保証試験 55
5.3.4　放射線試験 64
5.3.5　受入検査 64
5.3.6　破壊的物理解析（DPA） 64
5.3.7　取扱いおよび保管 66
5.3.8　再検査 66
5.3.9　ワンタイムプログラミング部品 66
5.4 評価・試験データの保管 67
6　組立および実装 67
7　トレーサビリティ、および不具合対応 68
7.1 トレーサビリティ 68
7.2 不具合および故障 68
7.3 アラート 68
8　部品情報の活用 69

表番号目次

表 4.2-1 情報開示の具体的調整・協議手順（集積回路/個別半導体）..... 15
表 4.2-2 ユーザ（システム/機器メーカ）側が部品メーカ側に情報提示する内容 16
表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）・・・部品メーカ側記載..... 17
表 4.2-4 情報開示の具体的調整・協議手順（プリント配線板)..... 22
表 4.2-5 ユーザ（システム/機器メーカ）側がプリント配線板メーカ側に情報提示する内容... 22
表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）・・・プリント配線板メーカ側記載..... 23
表 4.3-1 科学衛星の部品用途と品質保証レベル..... 27
表 4.4.6-1 トータルドーズ量設計マージン..... 32
表 4.5.2.1-1 構造解析(CA) 集積回路、個別半導体の代表例 35
表 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験..... 37
表 4.5.2.2-2 クラスⅡ相当 評価試験..... 40
表 4.5.2.2-3 クラスⅢ相当 評価試験..... 43
表 5.3.2-1 クラスⅠ相当 スクリーニング試験..... 50
表 5.3.2-2 クラスⅡ相当 スクリーニング試験..... 52
表 5.3.2-3 クラスⅢ相当 スクリーニング試験..... 54
表 5.3.3-1 クラスⅠ相当 ロット保証試験..... 56
表 5.3.3-2 クラスⅡ相当 ロット保証試験..... 59
表 5.3.3-3 クラスⅢ相当 ロット保証試験..... 62
表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA）集積回路、個別半導体の代表例 65

図番号目次

図 4.1-1 宇宙転用可能部品における科学衛星用部品の宇宙適用概念図..... 10
図 4.1-2 宇宙転用可能部品の宇宙適用基本フロー..... 11
図 4.2-1 取扱い注意事例 1 13
図 4.2-2 取扱い注意事例 2 14
図 4.3-1 品質保証レベル（クラスⅠ－Ⅲ相当）比較サマリ..... 28
図 4.4.6-1 Dose-Depth Curve..... 32
図 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験ダイアグラム..... 39
図 4.5.2.2-2 クラスⅡ相当 評価試験ダイアグラム..... 42
図 4.5.2.2-3 クラスⅢ相当 評価試験ダイアグラム..... 43
図 4.6-1 宇宙転用可能 ASIC の宇宙適用基本フロー..... 46
図 5.3.3-1 クラスⅠ相当 ロット保証試験 ダイアグラム..... 58
図 5.3.3-2 クラスⅡ相当 ロット保証試験 ダイアグラム..... 61
図 5.3.3-3 クラスⅢ相当 ロット保証試験 ダイアグラム..... 63

はじめに

昨今のパソコン、携帯電話、自動車用エレクトロニクスなどのいわゆる民生分野における半導体技術の進歩には著しいものがあり、小型・高集積・高速・高機能・低消費電力化が進んできている。一方、科学衛星（注 1）の分野においては、今後、我が国の宇宙開発利用に新しい芽をもたらす独創的で、かつ先端的な宇宙科学研究の推進が必須となる。そして限られた予算の中で世界的な研究成果をあげるためにも、小型・軽量で自立性・自在性のある科学衛星の打上げが求められている。そのため科学衛星の搭載機器には、機器の小型・軽量化、高機能・低消費電力化等への強いニーズがある。また、科学衛星では多様化するミッション要求への対応から、開発スケジュールやコストに加えて使用部品選定においても柔軟な対応が必要であり、特に使用部品における低コスト化、開発期間の短縮化が強く求められている。

通常使用される宇宙用高信頼性部品は、宇宙空間における確実な動作要求から高い信頼性と耐宇宙環境性を有するが、一方、部品開発に時間がかかるという問題がある。また、宇宙用部品の開発に時間がかかることから、その部品を使用した機器開発が完了する頃には民生技術に比べ大幅に遅れた技術になってしまうという問題点が指摘されている。そこでスピード感が求められている最近の宇宙開発では、その対応策・改善策が必要となってきている。

このような背景の中で、機器の小型・軽量化、低コスト化、開発期間の短縮化といった強い要求に応えるための切り札の一つとして、宇宙転用可能な地上用部品の宇宙での活用が挙げられる。ただし、宇宙転用可能な地上用部品を宇宙機で使用する際には、発生するリスクを最小限にするため、放射線環境のほかにも、長期間の宇宙環境下での機械環境、熱環境、無重力環境、帯電・放電環境等に耐える部品であることを確認しなければならない。発生リスクの回避策としては、上位の機器設計で総合的に対処する方法もあるが、まずは可能な限り部品レベルでの対策検討が望ましい。

以上の観点から、JERG-0-052「宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック(共通編)」を受けて、「宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（科学衛星編)」を作成することとした。なお科学衛星には、最先端の研究を行う上で宇宙転用可能な地上用部品の宇宙利用がより柔軟に行える環境が必要である点を考慮し、本ハンドブックの取りまとめに際しては、類似検討が進められている欧米の各宇宙機関が公表している公的文書も参考にしている。

さらに、宇宙転用可能な地上用部品の科学衛星用途に対する耐放射線性要求を満足させるためには、産学官が一体となった放射線照射データの取得と情報の共有が必要である。現実的には、そのために必要な放射線照射施設におけるマシンタイムの確保が大きな課題として浮上してきており、本ハンドブックと並行した検討が必要である。
なお、ASIC（注 2）については共通編では検討されていない事項であったが、科学衛星の多様化するミッション要求への対応においては必要なことから、本科学衛星編に取り込んだ。

注 1）科学衛星は探査機を含む
注 2）ASIC：特定用途 IC

1　総則

1.1　目的

科学衛星（探査機を含む）では、構成機器に使用されるEEE部品（以下「部品」という）のうち、「標準部品（JAXA認定、MIL/NASA認定、ESCC認定の公的認定部品）、フライト実績のある非標準部品（NSPAR品、プロジェクト承認部品、実績部品）」から部品選定することが技術的、経済的、スケジュール的にできない場合がある。

本ハンドブックはそのような場合に従来の宇宙用部品を補完する位置付けで、宇宙産業界以外で利用されている宇宙転用可能な部品を選定、評価、調達し、科学衛星用の非標準部品として使用するため、必要となる共通的手順、推奨事項、注意事項、解説、および関連情報などについて記述したものである。

1.2　範囲

本ハンドブックで対象とする宇宙転用可能部品の非標準部品は、宇宙用標準部品を補完する位置付けである。その品目範囲はJMR-012の3項.(1)に規定するEEE部品であり、次の19品目の国産/海外品である。品質保証レベルは、JMR-012の5.1.2項と同様な3種のクラス（クラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当）に分類し、その選定･適用指針も示す。

1. 集積回路（混成集積回路を含む）
2. トランジスタ
3. ダイオード
4. コンデンサ
5. 抵抗器
6. コネクタ
7. 水晶･水晶発振器
8. フィルタ(RFIフィルタ、EMIフィルタ、貫通フィルタ等)
9. リレー
10. スイッチ（サーマルスイッチを含む）
11. トランス・コイル
12. 電線・ケーブル
13. 太陽電池セル
14. プリント配線板
15. サーミスタ
16. ヒータ
17. センサ（白金温度センサ、圧力センサ、CCDセンサ等）
18. ヒューズ
19. RFデバイス（RF用アイソレータ、アッテネータ、カプラー、ミキサ、サーキュレータ、SAWフィルタ、ターミネーション（終端器)、デバイダ/コンバイダ、LPF、HPF、BPF等）

2　関連文書

2.1　参考文書

次の文書の最新版は本ハンドブックの参考文書とする。

(1) AFNOR A89-400：EN-Soldering. Measurement of solderability. Wetting balance tests method.

(2) ASTM E 595：STANDARD TEST METHOD FOR TOTAL MASS LOSS AND COLLECTED VOLATILE CONDENSABLE MATERIALS FROM OUTGASSING IN A VACUUM ENVIRONMENT

(3) CREME-MC：Cosmic Ray Effects on Micro-Electronics-Monte Carlo

(4) ECSS-Q-ST-30-11：Space Product Assurance - Derating - EEE components

(5) ECSS-Q-ST-60-13：Space product assurance- Commercial electrical, electronic and electromechanical (EEE) components

(6) EEE-INST-002：Instructions for EEE Parts Selection, Screening, Qualification,and Derating

(7) ESCC 22900：TOTAL DOSE STEADY-STATE IRRADIATION TEST METHOD

(8) ESCC 24800：Permanence of marking

(9) ESCC 25100：Single Event Effects test method and guidelines

(10) IEC 60068-2-69：Part 2-69 ： Tests - Test Te: Solderability testing of electronic components for surface mounting devices (SMD) by the wetting balance method

(11) J-STD-033：Handling, packing, shipping and use of moisture/ reflow sensitive surface mount devices

(12) JAXA QPL/QML：宇宙航空研究開発機構 認定部品リスト/認定製造業者リスト

(13) JEDEC JESD57 : Test Procedures for the Measurement of Single-Event Effects in Semiconductor Devices from Heavy Ion Irradiation

(14) JERG-0-034：宇宙用有機材料アウトガスデータ集

(15) JERG-0-036：静電気対策ハンドブック

(16) JERG-0-039：宇宙用はんだ付工程標準

(17) JERG-0-040：宇宙用電子機器接着工程標準－部品接着固定、コンフォーマルコーティング及びポッティング

(18) JERG-0-041：宇宙用電気配線工程標準

(19) JERG-0-042：プリント配線板と組立品の設計標準

(20) JERG-0-043：宇宙用表面実装はんだ付工程標準

(21) JERG-0-050：海外部品品質確保ハンドブック

(22) JERG-0-052：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（共通編）

(23) JERG-1-010：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（ロケット編）

(24) JERG-2-023：宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（長寿命衛星編）

(25)JERG-2-212：ワイヤディレーティング標準

(26)JESD22-A101：Steady state temperature humidity bias life test

(27)JESD22-A110：Highly accelerated temperature and humidity stress test

(28)JESD22-A112：MOISTURE-INDUCED STRESS SENSITIVITY FOR PLASTIC SURFACE MOUNT DEVICES

(29)JESD22-A113：Preconditionning of plastic surface mount devices prior to reliability testing

(30)JESD22-B106：Resistance to soldering temperature for through hole mounted devices

(31)JESD22-B116：WIRE BOND SHEAR TEST

(32)JESD26-A：GENERAL SPECIFICATION FOR PLASTIC ENCAPSULATED MICROCIRCUITS FOR USE IN RUGGED APPLICATIONS - RESCINDED

(33)JMR-012：電気・電子・電気機構部品プログラム標準

(34)MIL-HDBK-217：Reliability Prediction of Electronic Equipment

(35) MIL-PRF-55182：PERFORMANCE SPECIFICATION RESISTORS, FIXED, FILM, NONESTABLISHED RELIABILITY, ESTABLISHED RELIABILITY,AND SPACE LEVEL, GENERAL SPECIFICATION FOR

(36)MIL-STD-750：TEST METHOD FOR STANDARD SEMICONDUCTOR DEVICES

(37)MIL-STD-883：TEST METHOD STANDARD MICROCIRCUITS

(38)MIL-STD-1580：DESTRUCTIVE PHYSICAL ANALYSIS FOR ELECTRONIC, ELECTROMAGNETIC,AND ELECTROMECHANICAL PARTS

(39)NPSL：NASA Parts Selection List

(40)NASA-RP-1124：Outgassing Data for Selecting Spacecraft Materials

(41)RNC-CNES-Q-ST-60-100：General Requirements for the use of Commercial EEE Parts in Space Applications

3　用語の定義と略語

3.1　用語の定義

本ハンドブックで用いる用語の定義は以下による他、JMR-012 の付録-2（略語及び用語の定義）を適用する。

(1) 宇宙用部品：「標準部品、およびプロジェクト承認非標準部品」から成る部品の総称。

(2) 標準部品：JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定がなされた公的認定部品で該当プログラムにて要求される品質保証レベル（クラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢ）に合致した部品。

(3) 非標準部品：標準部品以外の宇宙用部品。

(4) 公的認定部品：JAXA 認定部品、MIL/NASA 認定部品、ESCC 認定部品等の公的機関により認定された宇宙用部品であり、それぞれの機関が公開している認定部品リスト（QPL/QML）に登録されている部品。

(5) 非標準部品承認申請（NSPAR）：該当部品を指定プロジェクトの非標準部品として使用する目的で､ユーザ(システム/機器メーカ)が JAXA のプロジェクト担当部門に求める承認申請。

(6) プロジェクト承認非標準部品：非標準部品を使用することについて、JAXA のプロジェクト担当から当該プロジェクト限定使用として承認された非標準部品。
本ハンドブックにより宇宙転用された非標準部品は、標準部品に適用されている軍用規格や宇宙用規格に準じて設計、製造、品質保証された従来からの「プロジェクト承認非標準部品」とは区分して、「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」と呼称している。

(7) 部品の品質保証レベル：宇宙用部品の品質保証の階級を表す呼称であり、その品質保証レベルは程度により、クラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢに分類される。

(8) 宇宙転用可能部品：宇宙産業界以外で利用されている、軍用規格や宇宙用規格に準じて設計、製造、品質保証されていない部品のうち、高信頼部品（海底ケーブル用、原子力用、航空機用、その他)、自動車用部品（エンジン制御用、その他人命に係る部品)、産業用部品（工場機器/インフラ通信用、その他故障時の影響大の部品）の総称。

(9) 宇宙転用不可部品：宇宙用部品以外のすべての部品のうち、宇宙転用可能部品を除いた民生部品（家電機器用、その他故障時の影響小の部品)。

(10) 候補部品：宇宙転用可能部品から宇宙適用のために選定対象となる部品。

(11) 宇宙機器のミッションカテゴリ：長寿命衛星用、短寿命衛星用、科学衛星用、ロケット用等のミッション別分類の総称。

(12) 覚書：取引の際に売買契約に付随又はそれに先立って、基本契約書とは別に、開発や品質保証の枠組みなど取引の前提となる細部詳細（契約内容の一部変更を含む）範囲を限定して両者の合意事項としてまとめて記した文書。通常は両者の署名・捺印によって交わされる。

(13) EEE 部品：「電気、電子及び電気機構部品」の略称。

(14) NDA（秘密保持契約)：情報の取り扱いについて定めた覚書、又は契約書。(双務契約であることが望ましい)

3.2 略語

本ハンドブックで用いる略語は以下による他、JMR-012 の付録-2（略語及び用語の定義）を適用する。

略語	意　味
APL	Approved Parts List
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
BiCMOS	Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor
BPF	Band-Pass Filter
C-SAM	Constant-depth mode Scaning Acoustic Microscope
CA	Construction Analysis
CDR	Critical Design Review
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CNES	Centre National d’Études Spatiales = French National Space Agency
COTS	Commercial Off The Shelf
CTE	Coefficient of Thermal Expansion
CVCM	Collected Volatile Condensable Materials
DD	Displacement Damage
DPA	Destructive Physical Analysis
DSC	Differential Scanning Calorimetry
Ea	Activation Energy
ECSS	European Coordination for Space Standardization
EDX	Energy Dispersive X-ray spectroscopy
EEE	Electrical, Electronic, Electromechanical
EFR	Established Failure Rate
ELDRS	Enhanced Low Dose Rate Sensitivity
EMI	ElectroMagnetic Interference
ENIG	Electroless Nickel Immersion Gold
EPPL	European Preferred Parts List
ESCC	European Space Components Coordination
FPGA	Field-Programmable Gate Array
HAL	Hot Air Leveling
HAST	Highly Accelerated Stress Test
HDI	High Density Interconnect
HPF	High Pass Filter
HSD	Hot Solder Dip
IP(コア)	Intellectual Property(コア)
IPC	Institute for Printed Circuits
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
ISO	International Organization for Standardization
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency
JEDEC	Joint Electron Device Engineering Council
JESD	JEDEC Standards
JIS	Japanese Industrial Standards
LAT	Lot Acceptance Test
LET	Linear Energy Transfer
LETth	ThresHold for Linear Energy Transfer
LPF	Low Pass Filter
MIL	MILitary

MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDA	Non-Disclosure Agreement
NPSL	NASA Parts Selection List
NSPAR	Non Standard Part approval Request
OTP	One Time Programmable devices
PAPDB	Project Approved Parts Data Base
PCT	Pressure Cooker Test
PDA	Percent Defective Allowable
PED	Plastic Encapsulated Device
PEM	Plastic Encapsulated Microcircuit
PIND	Particle Impact Noise Detection
PL	Product Liability
PLD	Programmable Logic Device
PPBI	Post Programming Burn In
PQR	Post Qualification test Review
PROM	Programmable Read Only Memory
PSR	PreShipment Review
PTH	Plated Through Hole
QML	Qualified Manufacturer Listing
QMS	Quality Management System
QPL	Qualified Parts List
REACH	Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals
RF	Radio Frequency
RFI	Radio Frequency Interference
RH	Relative Humidity
RoHS	Restriction of the use of certain Hazardous Substances
RVT	Radiation Verification Testing
SAW	Surface Acoustic Wave
SDR	System Definition Review
SEB	Single Event Burnout
SEDR	Single Event Dielectric Rapture
SEE	Single Event Effect (SEU, SEL, SEB, SEDR, SEFI,SEGR, SET 等に分類される。)
SEFI	Single Event Functional Interrupt
SEGR	Single Event Gate Rapture
SEL	Single Event Latch up
SEM	Scanning Electron Microscope
SET	Single Event Transient
SEU	Single Event Upset
SMD	Surface Mount Device
Tg	Glass transition Temperature
THB	Temperature Humidity Bias
TID	Total Ionizing Dose
TML	Total Mass Loss

4　一般（共通）事項

科学衛星に宇宙転用可能部品を使用する場合、ユーザ（システム/機器メーカ）は顧客のプロジェクト要求や、部品メーカとの商取引に従い、本ハンドブックを参考として、使用部品が「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」であることを保証する部品プログラム活動を行う。
本活動は JMR-012 の 4.1 項の基本要求、4.2 項の部品プログラムマネジメントに準拠して実行されることを推奨する。

4.1　宇宙適用の概念と基本フロー

宇宙産業界以外で利用されている部品には高機能、高密度、小型軽量、低消費電力などの様々な市場要求に応えた結果、最新技術の適用されている部品が数多く供給されている。しかしながら、国内の宇宙用部品については需要が少ない上、環境、品質、信頼性要求が非常に厳しいため、その供給は限定されている。他方、輸入される米国製宇宙用部品については、ITAR 規制の強化や最新高機能化による入手困難、入手可能であっても年単位の長納期化や部品枯渇、不具合多発等の問題に直面している。

そのため、海外においても宇宙産業界以外で利用されている COTS 部品、商用部品（COMMERCIAL COMPONENT）の宇宙転用/適用化が検討・推進されている。一例として、欧州ではフランスの CNES が 2010 年 1 月に商用部品の宇宙転用/適用要求（ RNC-CNES-Q-ST-60-100 ） を最新化している。更に、これをベースに欧州としての標準 ECSS-Q-ST-60-13 が 2013 年 10 月に制定された。

JAXA においても衛星/ロケット等における機能・性能の高度化、コスト低減、小型軽量化や国際競争力強化の観点から、民生部品の転用/適用化を進めるための指針作成検討会が 2010 年に再開された。そしてこの検討会に参加した部品メーカにおいては、「顧客が宇宙用に使用することを事前に明確にすれば、可能な範囲で責任を持った調整に応じる」ことが確認された。

ところでこれらの検討会を通じて、従来の検討で用いられた民生部品という呼び方はその定義が明確でなく、人により考え方の範囲が異なり、また、会社によっても様々な呼び方であることが分かった。よって本ハンドブックでは、宇宙用部品以外のすべての部品を以下のように大別して、そのうち④を除いた①、②、③に分類された部品を”宇宙転用可能部品”と呼ぶことにした。

① 高信頼性部品：海底ケーブル用、原子力用、航空機用、他　－宇宙転用可能部品
② 自動車用部品：エンジン制御用、他（人命に係る部品）　－宇宙転用可能部品
③ 産業用部品 ：工場機器/インフラ用、他（故障時の影響大）　－宇宙転用可能部品
④ 民生用部品 ：家電機器用、他（故障時の影響小）　－宇宙転用不可部品

ここで、④は宇宙転用不可部品と分類するが、科学衛星においては、リスクを確認した上でのプロジェクト判断による使用は可能とする。

この”宇宙転用可能部品”から本ハンドブックによって選別されて宇宙転用される非標準部品は、結果的に従来の宇宙用非標準部品と同等の扱いとなるため、「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」と呼称している。そして、その品質保証レベルは JMR-012 と同じくクラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当の分類としている。

従来の宇宙用部品は、
(1) 標準部品：JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定の公的認定部品
(2) 非標準部品：プロジェクト承認非標準部品（NSPAR 部品、プロジェクト承認部品、実績部品）
から構成されていた。

しかしながら、この宇宙用部品から選定することが技術的、経済的、スケジュール的に困難な場合には、本ハンドブックによって上記の宇宙転用可能部品①②③から選定、評価、調達、および品質保証を行い、「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」として使用することを推奨する。

図 4.1-1 は、宇宙転用可能部品①②③をベースに上記の「標準部品」、「プロジェクト承認非標準部品」とこのハンドブックによる「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」との関連を、科学衛星用部品の宇宙適用概念としてまとめたものである。

ここで、本ハンドブック共通編で示される従来からのプロジェクト承認非標準部品は 3.1 項の用語で定義されているように「標準部品に適用されている軍用規格や宇宙用規格に準じて設定された部品仕様により設計、製造、品質保証が行われて品質が造り込まれている部品」である。
しかしながら、本ハンドブックによる「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」は既に設計・製造が行われた宇宙転用可能部品①②③に対して、品質保証レベル（クラスⅠ，Ⅱ，Ⅲ相当）に応じて必要な評価試験等を行った上、さらに完成部品に対するスクリーニング試験やロット保証試験をユーザ、ユーザ/部品メーカ分担、あるいは部品メーカが追加実施するというアプローチで「宇宙用としての品質および信頼性保証を行った部品」である。

このように「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」では、品質・信頼性を保証するために用いるアプローチが従来の宇宙用部品とは大きく異なる。しかし、基本的な品質・信頼性レベルを有する宇宙転用可能な候補部品を選定して、部品供給者側の部品メーカと使用者側のユーザ（システム/機器メーカ）間で宇宙転用することに合意（協力）するために必要な情報交換、調整などを経て、宇宙適用性の評価、客先審査（ユーザ（システム/機器メーカ）、JAXA 等による審査）、調達、品質保証のための付加的な試験、及び使用に至るプロセスを確認の上、宇宙用として使用するものである。
この一連の基本フローを図 4.1-2 宇宙転用可能部品の宇宙適用基本フローにまとめて示す。

これら「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」の仕様は、通常、会社間における特定プロジェクト用に設定される。但し、別のプロジェクト/ユーザにおいても継続的に使用される等、プロジェクト/ユーザに依存せず共通的に利用可能なケースもある。その場合、ユーザ（システム/機器メーカ）及び/または部品メーカは、「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」の JAXA-QML 認定化を視野に JAXA に提案し、標準部品に変更することが望ましい。

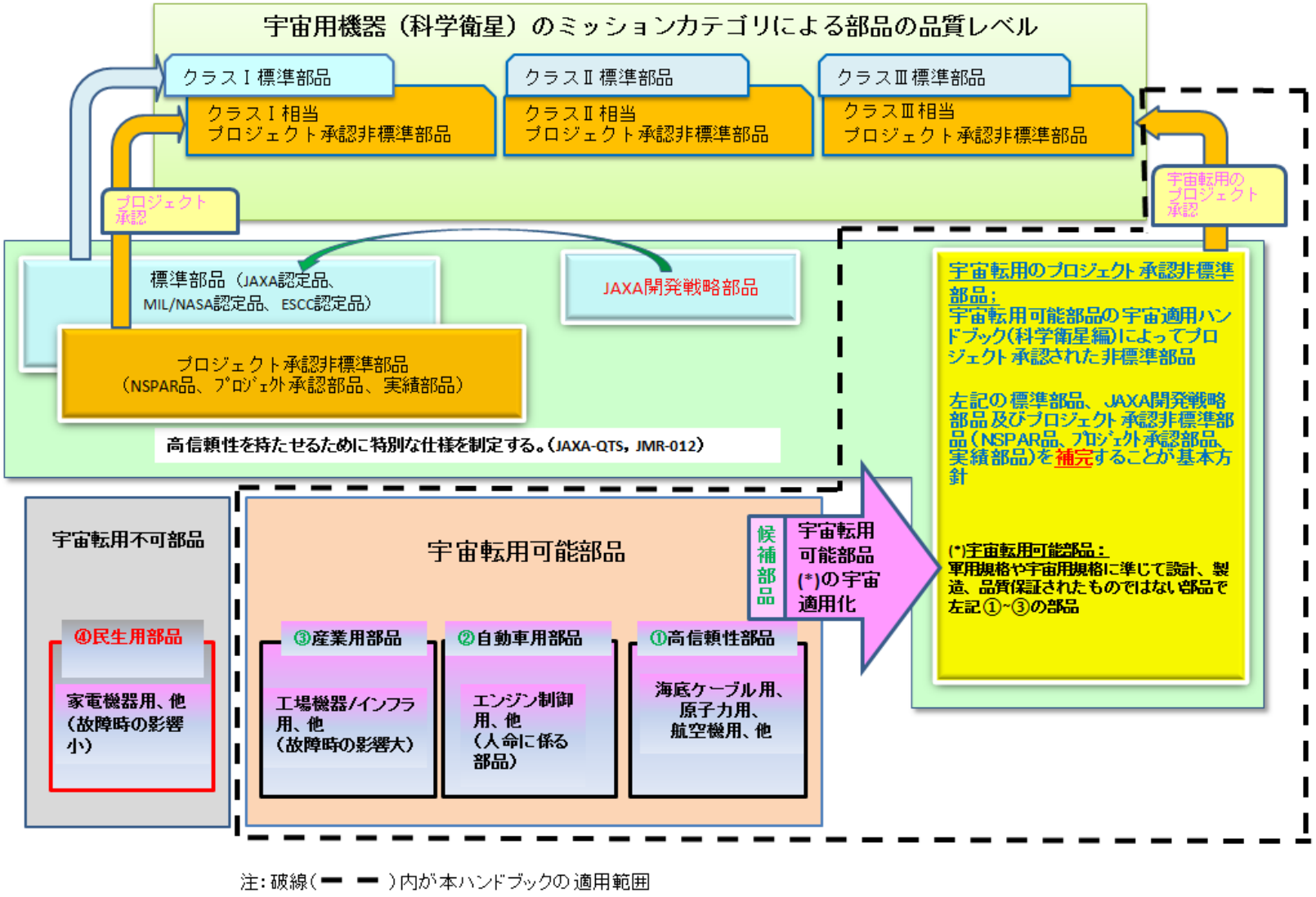


図 4.1-1 宇宙転用可能部品における科学衛星用部品の宇宙適用概念図

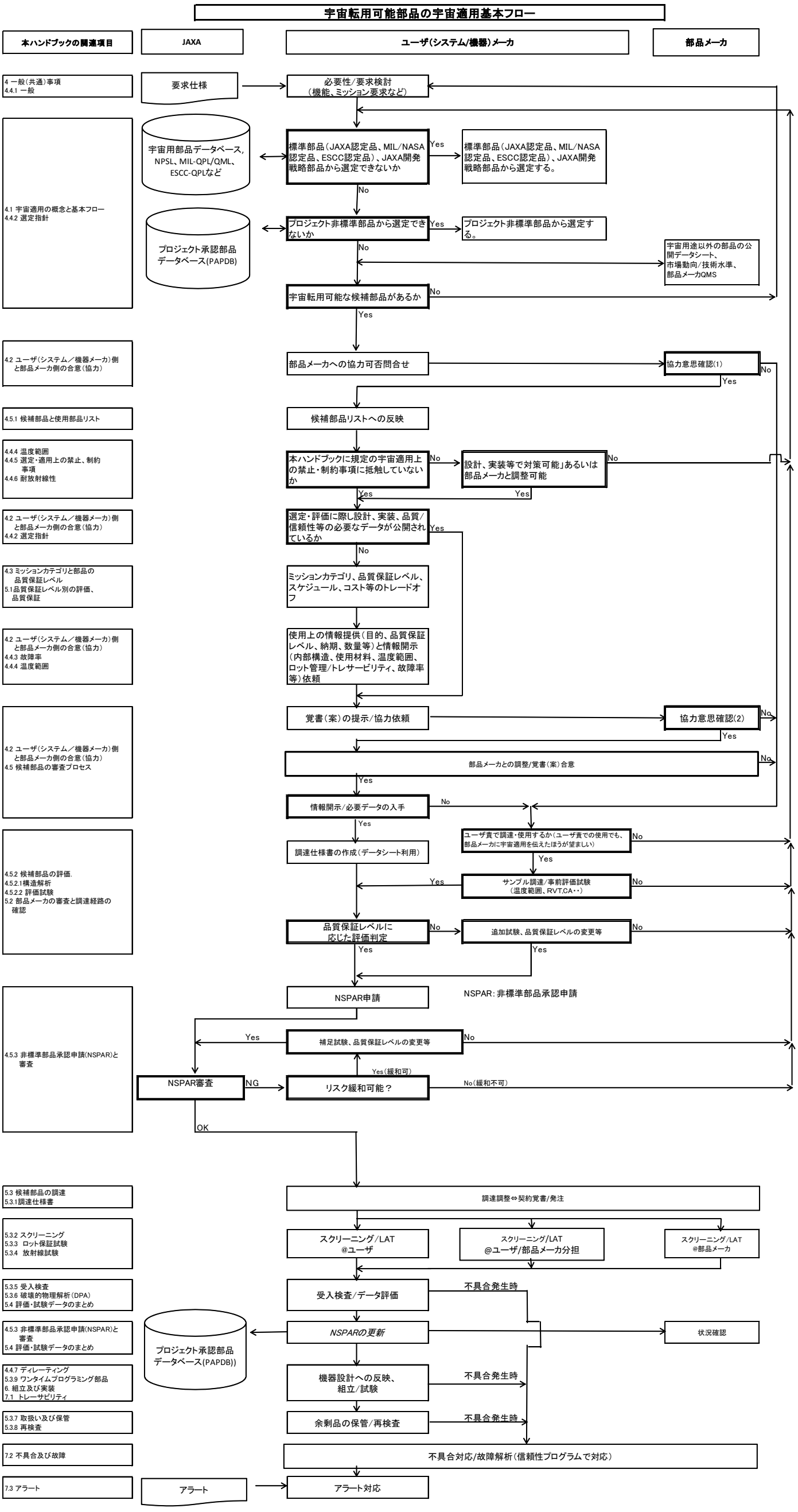


図 4.1-2 宇宙転用可能部品の宇宙適用基本フロー

4.2　ユーザ（システム/機器メーカ）側と部品メーカ側の合意（協力）

宇宙転用可能部品であっても製造物責任（PL)などの関連法等から、部品メーカ側は図 4.2-1、図 4.2-2 に示すような取扱い注意事例を作成している。本事例に記載されているように、宇宙機器などの特定用途に使用する場合には文書による事前確認が望ましい。

一方、使用者側のユーザ（システム/機器メーカ）から見ると、宇宙転用可能な候補部品の選定・評価に際し、設計、実装、品質/信頼性等の選定評価に必要な詳細データが公開されていないケースが多い。そのような場合は宇宙機器における使用上の情報を提示して、部品メーカから事前評価に必要な情報の提供を受けることが推奨される。そして、フライト品（又はそれに相当する試験供試体）に適用する場合、覚書（案）を提示し協力意思の確認/調整を行って、合意後に作業を行うことが望ましい。尚、覚書を取り交わすことができない場合で、やむを得ず使用する場合はユーザ責で使用することとなる。

(1) 使用上の情報提示（使用目的、品質保証レベル、適用条件、納期、数量等）
(2) 事前評価に必要な情報開示依頼
（内部構造、使用材料、温度範囲、ロット管理/トレーサビリティ、故障率等）

事前評価に必要な「情報開示の具体的調整･協議手順」、「ユーザ（システム/機器メーカ）側が部品メーカ側に情報提示する内容」及び「宇宙転用評価 調査票」の例について、”集積回路/個別半導体”と”プリント配線板”を代表例として次表に示す。

	集積回路/個別半導体	プリント配線板
情報開示の具体的調整･協議手順	表 4.2-1 参照	表 4.2-4 参照
ユーザ（システム/機器メーカ）側が 部品メーカ側に情報提示する内容	表 4.2-2 参照	表 4.2-5 参照
宇宙転用評価 調査票	表 4.2-3 参照	表 4.2-6 参照

但しこれらは一例であり、必要な調査項目や部品メーカにより対応可能な調査項目は異なると考えられるため、必要な調査項目を検討して部品メーカと調整を行うことが望ましい。更に、以下の事項等を明確にして合意の上、協力関係を構築する。

(1) 対象部品番号
(2) 宇宙用としての使用目的、品質保証レベル、適用条件
(3) 納期、数量（最小販売数量)、今回限り（まとめ買い）か、繰返し購入か
(4) 情報開示（内部構造、使用材料、使用温度範囲、工程フロー、ロット管理/トレーサビリティ、故障率、信頼性データ、耐放射線特性等)
(5) 品質保証レベルに応じた部品仕様(ロットの定義、トレーサビリティなどを含む）の確定
(6) スクリーニング試験/ロット保証試験（LAT）等の作業とその費用分担（ユーザ、ユーザ/部品メーカ分担、部品メーカ依存)
(7) メーカ間の契約/責任分担、免責事項等
(8) 不具合/クレーム/故障解析
(9) 取扱い、保管、再検査、 実装技術に対する助言(鉛フリー端子への対応等)
(10) 設計、及び製造プロセス変更（及び製造中止）に関する通知
(11) 調達経路
(12) 守秘義務

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。

2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。

3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。

4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。

5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。

6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したものですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。

7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。

標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）

特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等

8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
いことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。

9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。

10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有･使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。

出典：ルネサス エレクトロニクス（株） カタログの注意書より
http://www2.renesas.com/maps download/pdf/TC-5590A.pdf
※ハッチング部分は特定用途に関する内容

図 4.2-1 取扱い注意事例 1

製品取り 扱い上のお願い

· 本資料に掲載されているハード ウェア、ソフト ウェアおよびシステム(以下、本製品という) に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより 予告なし に変更されることがあります。

· 文書による当社の事前の承諾なし に本資料の転載複製を禁じ ます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり 、削除し たりし ないでく ださい。

· 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品は一般に誤作動または故障する場合があります。

本製品をご使用頂く 場合は、本製品の誤作動や故障により 生命・ 身体・ 財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハード ウェア・ ソフト ウェア・ システムに必要な安全設計を行うことをお願いし ます。なお、設計および使用に際し ては、本製品に関する最新の情報(本資料、仕様書、データシート 、アプリケーション ノート 、半導体信頼性ハンド ブックなど) および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってく ださい。また、上記資料などに記載の製品データ 、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、単独およびシステム全体で十分に評価し 、お客様の責任において適用可否を判断し てく ださい。当社は、適用可否に対する責任は負いません。

· 本製品は、一般的電子機器(コンピュータ 、パーソナル機器、事務機器、計測機器、産業用ロボット 、家電機器など) または本資料に個別に記載されている用途に使用されることが意図されています。本製品は、特別に高い品質・ 信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・ 身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしく は社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器(以下“ 特定用途” という) に使用されることは意図されていませんし 、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・ 宇宙機器、医療機器、車載・ 輸送機器、列車・ 船舶機器、交通信号機器、燃焼・ 爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、電力機器、金融関連機器などが含まれます。本資料に個別に記載されている場合を除き 、本製品を 特定用途に使用し ないでく ださい。

· 本製品を分解、解析、リ バースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等し ないでく ださい。

· 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により 、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。

· 本資料に掲載し てある技術情報は、製品の代表的動作・ 応用を説明するためのもので、その使用に際し て当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。

· 別途書面による契約がない限り 、当社は、本製品および技術情報に関し て、明示的にも 黙示的にも 一切の保証(機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。) をせず、また当社は、本製品および技術情報に関する一切の損害(間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損、データ喪失等を含むがこれに限らない。) につき一切の責任を負いません。

· 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を 、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用し ないでく ださい。また、輸出に際し ては、「 外国為替及び外国貿易法」、

「 米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し 、それらの定めるところにより 必要な手続を行ってく ださい。

· 本製品のRoHS 適合性など、詳細につきまし ては製品個別に必ず弊社営業窓口までお問合せく ださい。本製品のご使用に際し ては、特定の物質の含有·使用を規制するRoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分

調査の上、かかる法令に適合するようご使用く ださい。お客様がかかる法令を遵守しないことにより 生じ た損害に関し て、当社は一切の責任を負いかねます。

出典:(株)東芝 カタログの注意書より
http://www.semicon.toshiba.co.jp/docs/datasheet/ja/Transistor/2SC5065_ja_datasheet_071101.pdf
※ハッチング部分は特定用途に関する内容

図 4.2-2 取扱い注意事例 2

表 4.2-1 情報開示の具体的調整・協議手順（集積回路/個別半導体）

No.	項　目	内　容
1	部品メーカへの問合せ	最低限、表 4.2-2 のNo.1,2,3 の項目程度を提示して供給可否を問合せる。
2	NDA（秘密保持契約）締結	さらに具体的な相互の情報提供を行うために NDA を締結する。
3	ユーザ（システム/機器メーカ）側の情報提示	表 4.2-2 の情報提示内容すべてを提供し、供給可否又は推奨部品を問合せる。
4	部品メーカ側の一次回答	供給可否又は情報提供可否を確認する。
5	覚書締結のための調整	責任分担、免責事項、費用負担、さらに情報開示を求める内容と同内容の維持可否（将来的な変更有無）等の確認と調整を行う。 ここで宇宙転用評価に必要な情報（調査票：表 4.2-3 参照）の提示とその入手可否を調整する。
6	覚書締結	調整した内容を文書化し、有効期限を設けて両者合意（締結）する。
7	宇宙転用評価調査票 （表 4.2-3 参照）	ユーザ（システム/機器メーカ）側は、宇宙転用可否を判断するために、覚書で定義した内容に限定して調査票にて情報提示を求める。部品メーカは、調査票に回答を行う。
8	部品メーカ側の情報提供	ユーザ（システム/機器メーカ）側は、部品メーカから調査票の回答を入手して宇宙転用可否を判断する。
9	事前サンプル評価	部品メーカから事前評価サンプルを入手して転用可否を評価する。（部品メーカから入手できない情報を得るための構造解析等を含む）
10	評価試験の実施	必要な評価試験を実施し、部品単体の転用可否を検証する。 （部品メーカから入手できない情報を得るための構造解析等を含む）
11	EM 用部品の調達	一般的な受入検査を実施し、 EM に適用してシステム上の転用可否を検証する。
12	FM 用部品の調達	ロット保証試験を実施する。 ⑩の評価試験と同一ロットである場合にはロット保証試験は省略。

表 4.2-2　ユーザ（システム/機器メーカ）側が部品メーカ側に情報提示する内容

No.	項　目	内　容
1	使用目的	衛星のタイプ（静止/周回、通信/観測/実験等）
2	対象部品の 品質保証レベル	航空機用、車載用、インフラ機器用（産業用）等の部品メーカカタログ記載上の区分け
3	対象部品番号（型番）	部品メーカカタログ記載上の品番など
4	使用環境条件 ①動作温度範囲 ②保存温度範囲（非動作） ③環境条件 ④実装方法	 -55～+125℃など -65～+150℃など 熱的及び機械的環境条件及び試験項目・方法など 手付け又はリフローなどの製造方法及び適用はんだ材料
5	納期	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
6	数量	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
7	継続使用の見込み	納期で示した調達時期以降の再調達の見込みを示す。
8	適用文書等	必要に応じて適用文書を提供する。（MIL Spec.等）
9	使用機器の輸出の有無	機器（補用部品を含む）の輸出の有無

表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）・・・部品メーカ側記載

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
1	会社名	販売権保有会社及び製造担当会社	
2	部品番号（型名）	カタログ型番又は型名	
3	認証取得状況	①取得機関及び監査機関	
		②規格番号	
		③取得年月日	
		④認証番号	
		⑤認定証（最新版）の写し	別紙添付
4	開発・生産状況	①主用途	
		②納入又は生産実績	年　　月より生産開始 現在月産　　個生産
		③宇宙用としての納入実績	計画生産　、　受注生産
		④生産方式(計画生産在庫出荷方式又は受注生産方式)	
		⑤現製造工場所在地 （製造・検査の主要工程において、工場が異なる場合にはそれぞれに記載）	ｳｪﾊ加工工程： ﾀﾞｲｼﾝｸﾞ工程： 組立加工工程： 試験検査工程：
		⑥標準納期	ヶ月　、　週間
		⑦生産継続予定 ・同一設計品として（同一マスクによる供給期間） ・同等性能品として（チップシュリンク等を考慮して同一機能又は上位互換としての供給期間）	同一設計品：　年　月まで 同等性能品：　年　月まで
		⑧その他特記事項	
5	品質保証対応可否	下記の何れに対応可能かを回答 A：カタログ品的な対応； 部品メーカが自己宣言する品質仕様としてのみ対応可能 B：セミカスタム対応； 設計･製造はカタログ品と同じだが､一部又は全ての工程内検査等において宇宙用で求められる特別な試験又は管理体制を実施可能 C：その他（具体的対応を記述する）	

表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）（続き）

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
6	品質管理工程図（QC 工程図）	部品･材料の受入から製品出荷までの工程フローチャートとそれに伴う品質管理内容（工程内検査、スクリーニング試験工程の条件・全数/抜取、及び　適用している場合にはロット保証試験を含む。）	別紙添付
7	品質監査対応可否(対応可否を記載)	工程立ち入りによる品質監査の対応可否 製造文書類､管理規定類等の文書開示可否	品質監査：可　、不可 開示可否：可　、不可
8	目視検査基準の提出(対応可否を記載)	不良判定基準等の目視検査基準の提出可否（MIL Spec 等公知規格以外を適用する場合)	可　、　不可
9	源泉検査対応可否(対応可否を記載)	ロット毎に行う立会検査の対応可否 出荷前（寸法･外観検査､電気的試験､記録類の確認等)	出荷前：可　、不可
10	納入仕様書の提出可否	外観・寸法・機能・特性規格、検査成績書､梱包仕様等を記した納入仕様書の提出可否	可　、　不可
11	輸出の可否	補用部品単体､組込み機器での輸出の可否や制約	有　、　無、制約有り（別紙添付)
12	構造解析の実施承諾	構造解析（CA)､破壊的物理解析（DPA)の実施に伴う製品の分解､解析等の承諾	可　、　不可
13	設計・構造・工程等の維持(対応可否を記載)	評価試験、EM、FM における調達時期において、その設計・製法・材料等に変更無く維持可能か	可　、　不可
14	変更管理Ⅰ（対応可否を記載)	工程内検査、スクリーニング試験、ロット保証試験内容の変更通知と再評価の必要性など	可　、　不可
	変更管理Ⅱ（対応可否を記載)	設計及び構造､製造プロセス､材料(部品に含まれて出荷される材料を含む)等の変更通知と再評価の必要性など	可　、　不可
15	製品への表示	指標、部品番号、検査ロット番号、一連番号等､及びロット記号等の解読法を含む	別紙添付
16	梱包表示内容	型番、ロット番号、出荷日付等	別紙添付
17	検査ロットの定義	ウェハ（一様）、拡散バッチ、蒸着バッチ、パッケージ部材（リードフレーム含む)、組立作業等、同一検査ロットに含まれる各工程作業ロットや材料ロット等の構成や定義	別紙添付

表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）（続き）

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
18	梱包方法(対応可否を記載)	静電気対策等の実施可否	可、不可
19	設計及び構造(素子設計) ※ベアダイ調達の場合には別紙にも回答する。	①公称設計ルールと適用プロセス （ハーフピッチ又は世代、CMOS 等）	設計ルール： 適用プロセス：
		②ダイ寸法（縦、幅、高さ）	
		③ダイの拡大写真 （ダイ外観及び内部接続状態が判別できるもの）	
		④動作保証温度範囲 基準部位及び温度範囲（Tc、-55℃～+125℃等）	温度範囲： 基準部位：
		⑤電気的諸特性（低温、常温、高温） 絶対最大定格及び推奨動作条件	別紙添付
		⑥最大消費電力 全動作保証温度範囲における最大値	
		⑦最大ジャンクション温度	
		⑧パッド（ワイヤ）当たりの最大電流	
20	設計及び構造（PKG 設計） ※ベアダイ調達の場合には回答不要	①内部構造（寸法、公差等の細部は不要）　ただし、リッド及びベースについては材質、厚み、電位　及び金属浮遊導体の有無を明記	別紙添付
		②ケース外形 主要寸法及び許容値、リード番号、外観図	別紙添付
		③保存温度範囲　(-65℃～+150℃等)	
		④ダイ取り付け材料（導電性接着剤、AuSn、AuSi 等）	
		⑤内部リードワイヤ材質及び径（例：Al-1%Si 線、25μmφ）	
		⑥ケース材質区分（例：鉄/ニッケル/コバルト合金）	
		⑦リード材質区分（例：鉄/ニッケル/コバルト合金）	
		⑧リード仕上げ 下地含むめっき膜厚の管理限界値、Au の場合は純度を含む	
		⑨最大端子温度（温度、時間）	
		⑩耐熱性(推奨リフロープロファイルと回数)	
		⑪熱抵抗又は最大消費電力時の最大ΔTjc	

表 4.2-3 宇宙転用評価 調査票（集積回路/個別半導体用）（続き）

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
21	信頼性評価実績	熱的・機械的環境、寿命、静電強度、放射線等の試験項目、条件、判定基準、試験結果	別紙添付
22	故障率推定	信頼度計算に必要な Fit 数等、積算条件（計算又は実績）を明記	
23	ディレーティング推奨値	推奨動作条件として提示する場合は不要	
24	長期保管	最終検査又は品質確認試験完了後、長期保管された在庫品の再検査期間、或いは出荷の際に実施される検査項目及び内容	
25	試験等の受託可否(対応可否を記載)	調達者が設定する追加評価試験の受託対応可否 （ﾊﾞｰﾝｲﾝ・寿命試験・機能試験・DPA 等）	可　、　不可
26	WCA 検討時の支援有無(対応可否を記載)	具体的事象を調達者側から提示した場合の回答可否 （具体的内容は設計が進捗してからの協力依頼となる）	可　、　不可
27	不具合発生時の故障解析	故障解析における助言、機能試験、DPA 等の実施可否	
28	RoHS 指令、REACH 規制への対応	RoHS 指令、REACH 規制への対応/非対応と成分物質データ	
29	法規制物質	BeO,Cd,Li,Mg,Hg,Zn,放射性物質等の取扱注意物質の有無	
30	品質記録の保管	品質記録はユーザ（システム/機器メーカ）において、10 年以上の保管が望ましい。	
31	その他	特別な注意事項（必要な場合） ・固定法（例：締付けトルク等） ・洗浄方法（例：水洗禁止） ・はんだ付け方法（例：リフロー禁止）	

注）回答を控えたい場合には「非開示」等その旨を記載する。

表 4.2-3 別紙　宇宙転用評価 調査票（ベアダイ又はウェハ調達編）・・・部品メーカ側記載

※ベアダイ調達の場合には、表 4.2-3 調査票に加えて以下の項目を調査する。
（組立を宇宙用認定ラインを持つメーカに委託する場合に必要）

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄
1	部品番号（型名）	梱包及び出荷伝票に記載される番号等	
2	供給形態	ウェハ又はダイ	
3	梱包仕様	チップトレー又はウェハコンテナ等	
4	梱包表示内容	型番、ロット番号、出荷日付等	
5	ダイ素材	Si、SiC、GaN 等	
6	ダイ寸法	縦、幅（許容差を含む）	
		厚み（許容差を含む）	
7	パッド寸法	縦、幅（有効エリア設計値）、最小ピッチ	
		位置座標（ピン番号含む）	
		推奨ボンディングワイヤ径及び材質	
8	ボンディング長制約	最大ボンド長の制約有無（必要な場合）	
9	メタライゼーション	ボンディングパッド材質（Al 又は Au 等）	
		下地含む裏面メタライズ材質（無し、Ti/Ni/Au 等）	
		推奨ダイ取り付け材料（導電性接着剤、AuSn、AuSi 等）	
		裏面電位（GND、+V、-V、ﾌﾛｰﾃｨﾝｸﾞ等）	
10	グラシベーション（保護膜）	材料（Si3N4、SiO2、ﾎﾟﾘｲﾐﾄﾞ等）	
11	ダイシング又はスクライビング	ソー（フルカット又はハーフカット）	
		レーザ、ダイヤモンド等	
12	ガードリング間隔（ウェハ）	間隔及び推奨ブレード厚み	
13	バッドマーク（ウェハ）	インク又はスクライビング等	
14	マップデータ（ウェハ）	電子データ又はプリントデータ	
15	耐熱温度	耐熱温度（350℃以下の場合）	
16	ダイの拡大写真	パッド配置及び向きが識別できるもの	
17	ダイ外観検査基準	適用している公知規格（MIL-STD-883 Method2010 等）	
18	その他	特別な注意事項（必要な場合） ・ダイピックアップ等取り扱い上の注意 ・保管に関する注意 ・ボンディング時の熱又は超音波条件上の注意 ・ダイボンド時の熱又は雰囲気条件上の注意 ・耐電圧上の注意	

表 4.2-4 情報開示の具体的調整・協議手順（プリント配線板）

No.	項　目	内　容
1	プリント配線板メーカへの問合せ	最低限、表 4.2-5 のNo.1,2,3 の項目程度を提示して供給可否を問合せる。
2	NDA（秘密保持契約）締結	さらに具体的な相互の情報提供を行うために NDA を締結する。
3	ユーザ（システム/機器メーカ）側の情報提示	表 4.2-5 の情報提示内容すべてを提供し、供給可否又は推奨プリント配線板（材料や設計基準）を問合せる。
4	部品メーカ側の一次回答	供給可否又は情報提供可否を確認する。
5	覚書締結のための調整	責任分担、免責事項、費用負担、さらに情報開示を求める内容と同内容の維持可否（将来的な変更有無）等の確認と調整を行う。 ここで宇宙転用評価に必要な情報（調査票：表 4.2-6 参照）の提示とその入手可否を調整する。
6	覚書締結	調整した内容を文書化し、有効期限を設けて両者合意（締結）する。
7	宇宙転用評価調査票（表 4.2-6 参照）	ユーザ（システム/機器メーカ）側は、宇宙転用可否を判断するために、覚書で定義した内容に限定して調査票にて情報提示を求める。 プリント配線板メーカは、調査票に回答を行う。
8	プリント配線板メーカ側の情報提供	ユーザ（システム/機器メーカ）側は、プリント配線板メーカから調査票の回答を入手して宇宙転用可否を判断する。
9	事前サンプル評価	プリント配線板メーカから事前評価サンプルを入手して転用可否を評価する。（はんだ付け性、はんだ接続部の信頼性評価等を含む）
10	評価試験の実施	必要な評価試験を実施し、設計基準に対応した材料系と加工品質について転用可否を検証する。 （試験はプリント配線板メーカが実施し、ユーザ（システム/機器メーカ）はその結果の報告を受け、転用可否を検証して、必要に応じプリント配線板メーカへ追加の情報を要求する。）
11	EM 用プリント配線板の調達	必要に応じて EM 用プリント配線板を調達する。
12	FM 用プリント配線板の調達	品質確認試験（グループＡ）を実施する。

表 4.2-5 ユーザ（システム/機器メーカ）側がプリント配線板メーカ側に情報提示する内容

No.	項　目	内　容
1	使用目的/適用機種名等	衛星、ロケット等タイプ
2	対象プリント配線板の品質保証レベル	航空機搭載、軍用（航空機、船舶、車両、ミサイル等）等、プリント配線板メーカが判る分類を提示
3	対象プリント配線板番号（型番）	材料、寸法（含む板厚）、層数、インピーダンスコントロール等
4	使用環境条件 ①使用温度範囲 ②環境条件 ③実装方法	 -30～+125℃×1000 サイクルなど 熱的及び機械的環境条件及び試験項目・方法など 手付け又はリフローなどの製造方法及び適用はんだ材料（含む、表面仕上げ）
5	納期	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
6	数量	事前評価サンプル用、EM 用及び FM 用調達時期
7	継続使用の見込み	納期で示した調達時期以降の再調達の見込みを示す。
8	適用文書等	必要に応じて適用文書を提供する。（MIL Spec. IPC 等）
9	使用機器の輸出の有無	機器（補用部品を含む）の輸出の有無

表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）・・・プリント配線板メーカ側記載

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
1	会社名	販売権保有会社及び製造担当会社	
2	プリント配線板 分類	リジッド／フレキシブル／フレックス・リジッド／コア入り等	
3	認証取得状況	①取得機関及び監査機関	
		②規格番号	
		③取得年月日	
		④認証番号	
		⑤認定証（最新版）の写し	別紙添付
4	開発・生産状況	①主用途	
		②納入又は生産実績	年　月より生産開始 現在月産　ボード、m^2生産
		③宇宙用としての納入実績	有　、　無
		④パターン設計対応可否	可　、　不可
		⑤現製造工場所在地 （製造・検査の主要工程において、工場が異なる場合にはそれぞれに記載）	穴あけ工程： めっき工程： 多層積層工程： 外形加工工程： 試験検査工程： その他：
		⑥標準納期	ヶ月　、　週間
		⑦生産継続予定 ・同一設計品として（アートワーク又はデータ保管期間） ・同等性能品として（材料メーカの供給保証期間）	同一設計品：生産後　年間 同等性能品：　年まで
		⑧その他特記事項	
5	品質保証対応可否	下記の何れに対応可能かを回答 A：産業用途品的な対応； プリント配線板メーカが自己宣言する品質仕様としてのみ対応可能 B：宇宙用として対応； 製造はカタログ品と同じだが、一部又は全ての工程内検査等において宇宙用で求められる特別な試験又は管理体制を実施可能 C：その他（具体的対応を記述する）	
6	品質管理工程図（QC工程図）	材料の受入から製品出荷までの工程フローチャートとそれに伴う品質管理内容 （工程内検査、最終検査の項目、条件、及び全数／抜取）	別紙添付

表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）（続き）

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
7	品質監査対応可否 （対応可否を記載）	工程立ち入りによる品質監査の対応可否、製造文書類、管理規定類等の文書開示（閲覧）可否	品質監査：　可、不可 開示可否：　可、不可
8	目視検査基準 の提出 （対応可否を記載）	不良判定基準等の目視検査基準の提出可否 （MIL Spec 等公知規格以外を適用する場合）	可、不可
9	源泉検査対応可否 （対応可否を記載）	ロット毎に行う立会検査の対応可否 ・出荷前（寸法・外観検査、布線試験、記録類の確認等）	出荷前：　可、不可
10	納入仕様書の 提出可否	外観・寸法、検査成績書等を記した納入仕様書の提出可否	可、不可
11	輸出の可否	補用プリント配線板単体、組込機器での輸出の可否や制約	可、不可、制約有り （別紙添付）
12	構造解析の実施承諾	構造解析（CA）、破壊的物理解析（DPA）の実施に伴う製品の分解、解析等の承諾	可、不可
13	設計・構造・工程等 の維持 （対応可否を記載）	評価試験、EM、FM における調達時期において、その設計・製法・材料等に変更無く維持可能か	可、不可
14	変更管理Ⅰ （対応可否を記載）	工程内検査、最終検査（品質確認試験）内容の変更通知と再評価の必要性など	可、不可
	変更管理Ⅱ （対応可否を記載）	設計及び構造、製造プロセス、材料（プリント配線板に含まれて出荷される材料を含む）等の変更通知と再評価の必要性など	可、不可
15	製品への表示	部品番号、検査ロット番号、一連番号等、及びロット記号等の解読法を含む	別紙添付
16	梱包表示内容	部品名、部品番号、製造年月及び製造一連番号又はロット識別番号、包装数量、検査年月日、検査結果等	別紙添付
17	検査ロットの定義	材料、積層バッチ、めっきパネル等、同一検査ロットに含まれる各工程作業のロットや材料ロット等の構成や定義	別紙添付
18	梱包方法 （対応可否を記載）	防湿、静電気対策等の実施可否	可、不可

表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）（続き）

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
19	設計及び構造（設計限界値として扱う）	①構造（リジッド、フレキシブル、フレックス・リジッド、コア入り、ＨＤＩ等）	
		②最大板厚	
		③最大層数	
		④材料	
		④-1 金属張積層板、プリプレグ、絶縁材料	
		④-2 ソルダレジスト	
		④-3 表面仕上げ（ＨＡＬ、ＥＮＩＧ等）	
		④-4 めっき（銅めっきの純度等の特性）	
		④-5 コア材料（コア入り基板）	
		④-6 その他（ＰＴＨ充填樹脂、抵抗層等）	
		⑤最小導体厚（内層）	
		⑥最小導体幅（外層・内層）	外層、内層
		⑦最小導体間隙（外層・内層）	外層、内層
		⑧最小キリ径（ＨＤＩ構造の場合、最小ビア径を含む）	φ
		⑨最小ランド径	φ
		⑩めっき等の厚さ（スルーホール、ビア及び表面仕上の最小めっき厚）	
		⑪温度範囲とサイクル数	
		⑫材料の最高使用温度	
		⑭材料のガラス転移点温度（Ｔｇ）	
		⑬線膨張係数（ＣＴＥ）：有コア基板のみ	
		⑭はんだ耐熱性	
20	信頼性評価実績	電気的（耐電圧等）・機械的（スルーホール引き抜き強度等）・環境的（熱衝撃、耐湿、耐放射線性等）性能の試験項目、条件、判定基準、試験結果	別紙添付

表 4.2-6 宇宙転用評価 調査票（プリント配線板用）（続き）

No.	項　目	内　容	部品メーカ回答欄(注)
21	長期保管	出荷から、はんだ付けまでの保管期限及び保管条件。再処理の可否。	
22	試験等の受託可否 （対応可否を記載）	調達者が設定する追加評価試験の受託対応可否 （高温放置試験・ＰＣＴ試験・ＤＰＡ等）	可、不可
23	WCA 検討時の支援有無 （対応可否を記載）	具体的事象を調達者側から提示した場合の回答可否 （具体的内容は設計が進捗してからの協力依頼となる）	可、不可
24	不具合発生時の 故障解析	故障解析における助言、機能試験、DPA 等の実施可否	
25	RoHS 指令、REACH 規制への対応	RoHS 指令、REACH 規制への対応/非対応と成分物質データ	
26	法規制物質	BeO, Cd, Li, Mg, Hg, Zn, 放射性物質等の取扱注意物質の有無	
27	品質記録の保管	品質記録はユーザ（システム/機器メーカ）において 10 年以上の保管が望ましい。	
28	その他	特別な注意事項（必要な場合） ・はんだ付け時（例：はんだ付け前の除湿）	

注）回答を控えたい場合には「非開示」等その旨を記載する。

4.3　ミッションカテゴリと部品の品質保証レベル

宇宙転用可能な候補部品を科学衛星用に宇宙適用する際、ミッションの寿命、重要度、リスク、信頼性/コスト等を熟慮して、適用する部品の品質保証レベルを選択することが望ましい。

ミッションカテゴリの用途と適用する部品の品質保証レベルの目安を、表 4.3-1 科学衛星の部品用途と品質保証レベルに示す。ここでは、主要部品の品質保証レベル（JMR-012 の 5.1.2 項で規定されるクラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢの 3 種）に対応して、宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品における品質保証レベルも次の 3 種にクラス分けしている。

(1) クラスⅠ相当は、最も高い品質保証レベルで、リスクが最も低い部品である。調達コストは一般的にクラスⅠが最も高い。
（クラスⅠ：リスクの回避=> 評価及び調達時に徹底的な試験を実施済み、このクラスのプロジェクト承認非標準部品の基本的な品質保証レベルは宇宙用部品と同等である。）

(2) クラスⅡ相当は、クラスⅠ相当の次に高い品質保証レベルで、リスクが低い部品である。
（クラスⅡ（リスク/コストの妥協）に従い、限定されたスクリーニング試験が実施される）

(3) クラスⅢ相当は、クラスⅡ相当より低い品質保証レベルで、リスクが高い部品である。調達コストはクラスⅢが最も低い。
（クラスⅢ（コストの抑制）に従い、評価及び調達の試験は限定されたものとなる）

集積回路、個別半導体を代表例とした時のクラスⅠ, Ⅱ, Ⅲ相当の品質保証レベル比較を図 4.3-1 品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ 相当）の比較サマリに示す。

この図は、後述の評価試験(表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2-1～3)、スクリーニング試験(表 5.3.2-1～3)、ロット保証試験（表 5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3）毎の内容をサマリ化したものである。

詳しくはそれらの表、図を参照のこと。

表 4.3-1 科学衛星の部品用途と品質保証レベル

科学衛星の部品用途	品質保証レベル
クリティカル部品 ・共通機器（Common Instrument（CI）） ・科学機器（Scientific Instrument（SI））の重要部品 ・科学機器(SI)の中で共通機器（CI）への I/F 部分	クラスⅠ相当
ノン・クリティカル部品 ・科学機器(SI)	クラスⅡ相当以上を原則として、 クラスⅢ相当も許容する

	クラスⅠ	クラスⅡ	クラスⅢ
評価試験	**全て** - 構造解析 - 電気特性 （常温、高温、低温 +10℃マージン） - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h、 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ -寿命試験 2000h, 125℃+DPA - プレコンディション+500 熱サイクル -55℃/+125℃ - 放射線評価（TID, SEE） - アウトガス試験	**全て** - 構造解析 - 電気特性 （常温、高温、低温 +10℃マージン） - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h、 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 2000h, 125℃+DPA - プレコンディション+500 熱サイクル -55℃/+125℃ - 放射線評価（TID, SEE） - アウトガス試験	**限定** - 構造解析 - 放射線評価（TID, SEE） - アウトガス試験
（根拠文書）	データ収集 - 部品メーカのデータ - 承認状況 - 評価試験 - 調達検査と試験 - ロット保証試験 - 耐放射線試験データと RVT	データ収集 - 部品メーカのデータ - 承認状況 - 評価試験 - 調達検査と試験 - ロット保証試験 - 耐放射線試験データと RVT **データ収集** （EFR、寿命試験、熱サイクル） スクリーニング試験縮小のために使用	データ収集 - 部品メーカのデータ - 承認状況 - 評価試験 - 調達検査と試験 - ロット保証試験 - 耐放射線試験データと RVT **データ収集** （寿命試験、HAST、熱サイクル） ロット試験縮小のために使用
スクリーニング試験	**全て** - X 線 - シリアルナンバー付け - 10 熱サイクル、-55℃/+125℃ - PIND 試験［2］ - 中間電気的試験 @25℃ - ダイナミックバーンイン 240h、125℃ - 最終電気的試験 @常温、高温、低温 - PDA（5%） - 気密性［2］ - 外部目視検査	**限定**（データがあれば） - PIND 試験（適用する場合） - 気密性（適用する場合） +データがない場合 - シリアルナンバー付け - 10 熱サイクル、-55℃/+125℃ - 中間電気的試験 @25℃ - ダイナミックバーンイン 160h、125℃ - 最終電気的試験 @常温、高温、低温 - PDA（5%） - 外部目視検査	**限定** - PIND 試験（適用する場合） - 気密性（適用する場合）
ロット保証試験 （スクリーニング試験された部品で適用される場合）	**全て** - 破壊的物理解析 - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h、 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 2000h, 125℃+DPA - プレコンディション+100 熱サイクル -55℃/+125℃ - RVT（放射線実証試験）	**全て**（ただし寿命試験は 1000h） - 破壊的物理解析 - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h、 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 1000h, 125℃+DPA - プレコンディション+100 熱サイクル -55℃/+125℃ - RVT（放射線実証試験）	**限定**（データがあれば） - 破壊的物理解析 - RVT（放射線実証試験） +データがない場合 - プレコンディション+高度加速ストレス試験（HAST） 96h 又は高温高湿バイアス試験（THB） 1000h［1］ - 寿命試験 1000h, 125℃ - プレコンディション+100 熱サイクル -55℃/+125℃

［1］PEM（プラスチックパッケージ）に適用　　［2］ハーメチックパッケージに適用

上記の試験条件は RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に、代表例として記載している

この図は、後述の 4.5.2.2 評価試験（表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2-1～3）、5.3.2 スクリーニング試験（表 5.3.2-1～3）、5.3.3 ロット保証試験（表 5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3）に記載の品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）毎の内容をサマリ化したもので、詳しくはそれらの表、図を参照のこと。

図 4.3-1 品質保証レベル（クラスⅠ－Ⅲ相当）比較サマリ
（集積回路、個別半導体の代表例）

4.4　選定指針と禁止・制約に関する共通事項

ユーザ（システム/機器メーカ）は、候補部品選定の初期段階において以下の事項を満足することが推奨される。

4.4.1　一般

(1) プロジェクト要求（例：品質保証レベル、部品選定ポリシー、製造・出荷スケジュール及び予算、数量）
(2) 設計要求（例：部品タイプ、機能/性能、温度範囲、パッケージ、寸法、材料）
(3) 製造要求（例：包装、熱及び保管制約、部品実装取り付けプロセス）
(4) 運用要求（例：電気的、機械的、熱的、放射線、信頼性、組立、及び寿命）

4.4.2　選定指針

(1) 「標準部品（JAXA 認定、MIL/NASA 認定、ESCC 認定の公的認定部品)、およびプロジェクト承認非標準部品（NSPAR 部品、プロジェクト承認部品、実績部品)」から成る宇宙用部品より選定することが技術的、経済的、スケジュール的に困難な場合に限り、宇宙転用可能部品を候補部品として選定する。
(2) プロジェクトの初期設計段階から、必要性、評価要素、及び調達・品質保証計画について検討すると共に、部品の効果的な品種削減、及び標準化を推進する。
(3) 候補部品の選定の際には信頼性を重視し、部品メーカの最新データ、認定ベースの適用性、不具合通知、警告、及び使用の妥当性に関する情報を確認する。
(4) 候補部品の評価については、NSPAR 審査、プロジェクト承認審査に必要なその部品及び部品メーカについてのデータを収集する。(注：以下の項目に関し、部品メーカ及びデータシートを確認することが重要である。)
    (a)部品の表示
    (b)機械的詳細
    (c)電気的及び熱的詳細
    (d)その他
(5) 製品化成熟度 1 年未満の部品及び技術については、フィールドデータが少ないことを考慮して評価計画を検討する。
(6) 90nm 未満のディープサブミクロン技術が使用されている場合は、その特異性を十分に考慮して選定する。
(7) 輸入部品の内、部品生産国の輸出制限や規制の対象となる部品は推奨されない。
(8) 海外部品については JERG-0-050 を活用する。
(9) 枯渇部品情報を調査し、枯渇が懸念される部品は原則として選定しない。
(10) 本ハンドブックの全般的なアプローチを適用する場合でも、付加的な試験の詳細には、構造解析から得られた技術及び実使用条件を考慮に入れる。
    （試験条件は出来る限り実使用に近い条件とする）

4.4.3　故障率

信頼性解析に用いる候補部品の故障率データ（信頼性試験及び/またはフィールド使用実績データなど）とその源泉を明らかにする。
MIL-HDBK-217Ｆを使用する場合には、以下の品質ファクタ（πQ）を適用して良い。
：πQ＝1（クラスⅠ相当)、πQ＝2（クラスⅡ相当)、πQ＝5（クラスⅢ相当）
このπQ の値は、RNC-CNES-Q-ST-60-100 より引用した。

4.4.4　　温度範囲

(1) 候補部品は、可能な限り動作温度範囲の広い部品を選択する。
(2) 実使用温度範囲（最悪のケースも含む）と部品メーカ規定の最高/最低の動作温度範囲との間には、少なくとも上下 10deg のマージンを設けることが推奨される。
（例:部品メーカ規定の最高/最低の動作温度範囲が-20℃～+85℃の場合、上下 10deg のマージンを考慮することにより、その部品の実使用温度範囲は-10℃～+75℃の設定となる）
(3) 部品メーカが保証した動作温度範囲外での使用は推奨されない。やむを得ず使用する場合は部品メーカと調整して、4.5.2 項の評価試験の電気的特性、熱的評価における十分な確認を行い、5.3 項の調達仕様書に拡張した温度範囲、試験条件を規定してスクリーニング試験、ロット保証試験で確認する。拡張した温度範囲の場合でも、実使用温度範囲（最悪のケースも含む）との間には少なくとも上下 10deg のマージン確保が推奨される。

4.4.5　　選定・適用上の禁止及び制約事項

(1) 部品仕様書、NPSL 等に適用上の制約が規定されている場合は、その制約を適用する。NPSL の適用上の制約は NPSL（http://nepp.nasa.gov/npsl/）のそれぞれの部品品種別に“Important! Application Notes”として掲載されているので参照することができる。
(2) 機器の設計仕様書等に部品適用上の制約が規定されている場合は、その制約を適用する。
(3) 機器の要求寿命期間中における動作、温度サイクル及び放射線環境等による部品の摩耗及び劣化により、機器の機能及び性能を損なうことがないように要求条件を考慮して適用する。有効寿命品目に該当する場合には適切な管理を実施する。
(4) 宇宙用途としての限界寿命、確認された不具合、安全上の問題、信頼性リスク等の理由により、以下の部品は選定・使用しない。

(a) 中空コア構造の抵抗器
(b) メサ接合または合金接合タイプのトランジスタ
(c) 金属結合(メタロジカル接続) されていないダイオード
(d) グラシベートされていないアクティブ領域を持つ半導体、集積回路
(e) 二重封止のアルミ電解コンデンサ、及びタンタルケース構造以外の湿式スラグタンタルコンデンサ（銀ケース湿式スラグタンタルコンデンサ等)。
(f) 内部構造が実装条件の温度に適合しない溶融温度で金属結合されている部品
(g) 5A 未満のワイヤリンクヒューズ
(h) アーマチュア/コイルアッセンブリとヘッダーが二重溶接されていないか、ダイオードを内蔵している TO5 タイプリレー
(i) 100 k Ω 以上の RNC90 タイプ抵抗（ NPSL の Application Notes For MIL-PRF-55182 の 5)参照
(http://nepp.nasa.gov/npsl/Resistors/55182/55182aps.htm)
(j) ゲルマニウムを使用した部品(マイクロ波用ダイオード及び太陽電池を除く)

(5) 可変抵抗器、ポテンショメーター（メカニカルポジションモニタリングタイプを除く）は、原則として使用しない。
(6) TO3 及び DO4/DO5 パッケージを用いた部品は、原則として使用しない。
(7) 純錫、及び鉛の含有量が３%以下の錫合金はウィスカー発生の恐れがある。ウィスカー発生の抑制が評価されているか、ウィスカー発生抑制のための適切な処理（はんだコート「HSD、あるいはオーバープレーティング」など）がされていない場合は使用しない。

(8) 健康及び安全を考慮し、酸化ベリリウム（調達仕様書にて指定される場合を除き）、カドミウム、リチウム、マグネシウム、水銀、亜鉛、放射性物質、及び安全上の問題を引き起こす可能性のある全ての材料を使用しない。但し、機構材として使用する合金に含まれる場合は除く。
(9) リレー、サーモスタット及びスイッチは、ハーメチックシールタイプを使用する(同軸スイッチ、導波管スイッチは除く)。
(10)有機材料はハーメチックシールで封止されていない限り、真空中でのアウトガスが少ないものを使用する。JERG-0-034 及び、NASA-RP-1124 等を参照とし、原則として次に示す値以下のものを使用する。この値より大きい材料を使用する場合、またはアウトガスによる悪影響が予想される場合は、効果的な防護処置を施す。尚、アウトガスデータが存在しない場合には、アウトガス試験を行ない必要なアウトガスデータを取得する。

(a) 質量損失比（TML）　　：1.0%以下
(b) 再凝縮物質量比(CVCM)　：0.1%以下

(11)ハーメチックシールで封止されていない材料は、オフガス、可燃性、毒性について注意して使用する。
(12)FPGA(PLD)、PROM などワンタイムプログラミング部品（OTP）については、5.3.9 項の指示による。
(13)実装、組立技術により引き起こされるストレスへのロバスト性を評価する。

4.4.6　耐放射線性

放射線に感受性のある部品は、軌道上の放射線環境（宇宙線(重粒子)、電磁放射線、捕捉放射線(荷電粒子－放射線帯の電子、陽子)及び太陽放射線(フレア)）による劣化を十分に考慮して選定・適用する。

特に以下の事項についての考慮が必要であるが、軌道、ミッション期間等により放射線環境が異なるため、詳細についてはプロジェクトの個別要求に従う。

(ア)トータルドーズ(TID)、および変位損傷(DD)

(a)トータルドーズ量

トータルドーズ量は、プロジェクト個別要求の Dose-Depth Curve によるものとし、表 4.4.6-1 の設計マージンを考慮する。

なお、ELDRS に感受性を持つ可能性のあるバイポーラ及び BiCMOS 等についてはその TID 耐量も考慮して選定する。科学衛星では、部品の TID 耐性を基に遮蔽防護についても考慮する必要がある。Dose-Depth Curve の参考例を図 4.4.6-1 に示す。

(b)変位損傷（DD)

プロトンにより変位損傷を生じる部品(フォトカプラ等)は、その影響に注意する。

表 4.4.6-1 トータルドーズ量設計マージン

設計マージン		備考
クリティカル部品 ・共通機器（CI） ・科学機器（SI）の重要部品 ・科学機器（SI）の中の 共通機器（CI）への I/F 部分	ノン・クリティカル部品 ・科学機器（SI）	
1～1.25	-	放射線の実証試験（RVT）を実施し使用可（注）
1.25＜	1≦	そのまま使用可

注）解析に用いた部品の耐放射線データがフライト部品と同一ロットの場合には、設計マージン が 1 以上であれば、RVT を省略できる。

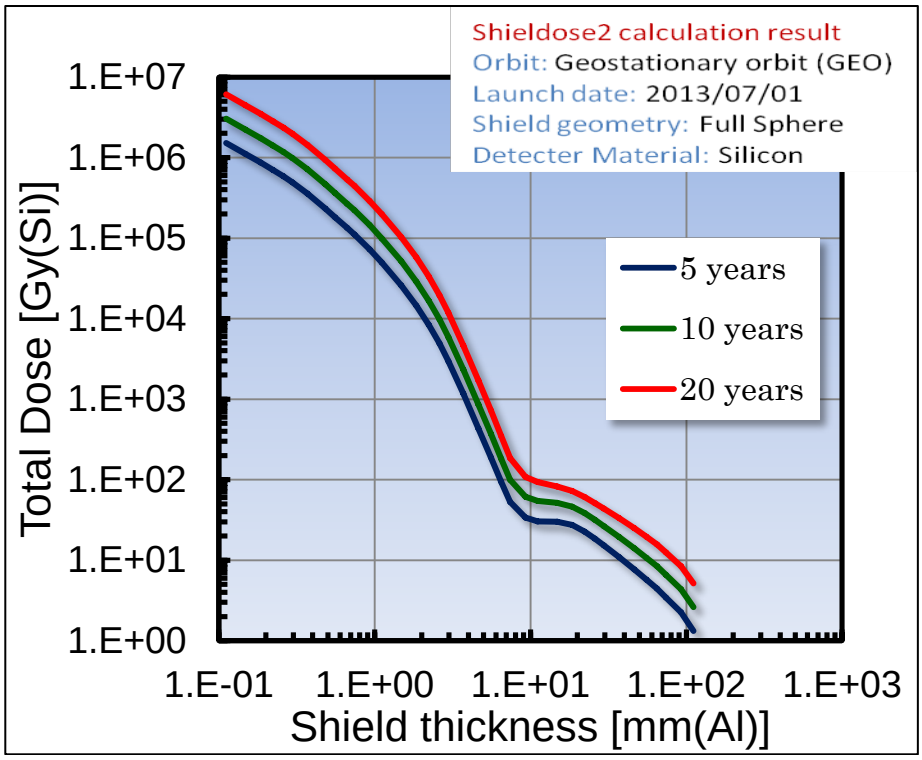


図 4.4.6-1Dose-Depth Curve

(2) シングルイベント効果（SEE）

シングルイベント効果については、軌道上の重粒子、プロトン環境及び適用ディレーティング下でミッションにその影響が生じないような部品を選定する。SEE には SEU、SEL、SEB、SEGR、SEDR、SET、SEFI が含まれる。

(a)SEL に対しては、プロジェクト個別要求で定められる下限値（75 Mev cm2/mg）より高いスレッショルド LET を持つ部品を使用すること。それより低いスレッショルド LET の部品を使用する場合には、ラッチアップ保護回路等の保護対策を実施すること。

(b)SEU に対するスレッショルド LET がプロジェクト個別要求で定められる下限値（25 Mev cm2/mg）未満である部品は、ミッションへの影響評価結果に応じた保護対策（対策無しを含む）をとる必要がある。また、陽子によるシングルイベントの発生確率の予測も合わせて行うこと。

この値からプロジェクト個別要求で定められるスレッショルド LET 上限値までの部品は、SEU 発生確率予測を行い適用すること。

SEU 発生確率予測において、太陽フレアの発生していない時には CREME-MC で定義されている solar quiet condition を、太陽フレア発生時は worst-week model を用いることを基本とするが、プロジェクトとの調整を行い決定する。太陽フレア発生回数は、太陽フレア活動周期を考慮して予測した値を用いること。

(c)SEB、SEGR が生じるパワーMOSFET は、SEE 安全動作領域内でかつ適用ディレーティング基準内でミッションにその影響が生じないように部品を選定すること。

(d)SET、SEFI が生じるリニア集積回路は、一時的なトランジェントや機能中断の影響を考慮して選定するか回路設計対策を行うこと。

(3) 放射線に感受性のある部品の抽出

ユーザ（システム/機器メーカ）は部品の発注に先立って放射線に感受性のある部品に関する関連情報を収集、評価し、部品毎の耐量データとその源泉を識別して、部品の調達、試験計画立案や機器の放射線解析に利用することが望ましい。

4.4.7 ディレーティング

部品の適用に際しては、機器に要求される信頼度、寿命等を満足させるために必要なディレーティング設計を行う。

ディレーティング基準は、JERG-2-212:ワイヤディレーティング標準、EEE-INST-002、または ECSS-Q-ST-30-11 に準拠して設定することが望ましい。

4.5 候補部品の審査プロセス

ユーザ（システム/機器メーカ）は、4.4 項 選定指針と禁止・制約に関する共通事項に基づいて選定した複数の候補部品に関し、4.2 項によりユーザ（システム/機器メーカ）と合意（協力）が得られた部品メーカを優先して選定することを推奨する。

もし、部品メーカの合意（協力）が得られないにもかかわらずその候補部品を使用せざるを得ない場合には、図 4.1-2 宇宙転用可能部品の宇宙適用基本フローに示した“ユーザ責で調達・使用する”フローにより、ユーザ（システム/機器メーカ）が全責任をもって評価試験、調達、スクリーニング試験/ロット保証試験に対処する。

4.5.1 候補部品と使用部品リスト

ユーザ（システム/機器メーカ)はプロジェクトで使用する候補部品を選定し、審査を受けようとするシステム/機器に使用する部品リスト（使用部品リスト）を作成し維持する。

プロジェクトで使用する部品は科学衛星用機器の機能・性能・信頼性に制約を加える要因である為、可能な限りプロジェクトの初期段階から計画的に全ての部品の選定を行う。

更に、宇宙転用可能な候補部品については、以下の通り使用部品リストに含めて、維持更新する。

(1) 初期設計段階（JAXA のシステム定義審査（SDR）段階）において、ミッション要求に応じた宇宙転用可能な候補部品の洗い出しと調達管理方針を明らかにする。
(2) 基本設計段階において、対象となる機器で使用する候補部品を選定し、原則として使用部品リストに含めて、適切な維持管理を行う。この使用部品リストはプロジェクト承認部品データベース（PAPDB）に登録することが推奨される。
(3) 詳細設計段階においては、追加された候補部品も含め”宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品”と識別して使用部品リストを更新する。この使用部品リストは詳細設計審査（CDR）インプットパッケージに含めて提出し、JAXA の審査を受けるか、”宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品”として JAXA の NSPAR 審査、又はプロジェクト承認審査を受ける。
(4) 維持設計段階において追加希望品目が生じた場合は、仕様書、評価及び適用等の妥当性を確認しJAXA の承認を得た後、使用部品リストに追加の上、試験後審査等(PQR、PSR 等）において報告する。

4.5.2 候補部品の評価

候補部品がプロジェクトにて要求される機能的性能、品質、信頼性、及び耐環境性についての要求を満たす証明（部品メーカから事前評価に必要な情報）が得られない場合、ユーザ（システム/機器メーカ）は候補部品について以下の評価を計画し、実行する。（JMR-012 の 5.3 項を参照）

(1) 候補部品の評価範囲、及び計画については、その部品の設計、及び意図される用途の評価データなどを基に策定する。
(2) 評価計画は以下の事項を含み、評価結果報告も JAXA の審査を受ける。
  (a) 部品メーカの QMS 評価
  (b) 構造解析
  (c) 評価試験
  (d) 耐放射線性
(3) 評価プログラムにおいては、関連する信頼性、部品メーカ及び品質保証／部品評価会社からの解析及び試験データ、類似的な使用前例等の情報を考慮する。
(4) 全ての試験及び検査は、フライトハードウェアの部品調達用に選定された部品メーカの製品から抽出した、部品タイプごとの代表サンプルに対して実施する。
(5) プログラマブルデバイスについては、その代表性にプログラミングハードウェアツール及びソフトウェアの互換性が含まれる。
(6) 評価結果が調達仕様書の内容に影響を与えるかどうかを確認し、必要に応じて調達仕様書等を改訂する。

4.5.2.1 構造解析

(1)構造解析は原則としてサンプル部品 5 個に対して行う。尚、高額な部品等、これにより難い場合は個別に調整する。
（注）主目的は、宇宙プロジェクト適用における構造的適合性の初期確認を行うことである。
(2)構造解析の手順は、集積回路、個別半導体を代表例とした時、表 4.5.2.1-1 構造解析（CA）を参照して、評価計画等に評価内容を文書化して行う。
(3)解析の成果は構造解析報告書にまとめ、評価結果報告の中に含める。
(4)構造解析は評価試験の一部となる。(4.5.2.2 項参照)

表 4.5.2.1-1 構造解析(CA)　集積回路、個別半導体の代表例

試　　験	サンプル No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	手　　順	備　　考
外部目視検査	X	X	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2071 MIL-STD-883 Method 2009	MIL スペックは PEM（プラスチックパッケージ）の目視検査に適用されていないが、参考文書として使用することができる(1)
X 線検査	X	X	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2076 MIL-STD-883 Method 2012	マイクロフォーカス X 線機器で実施されるのが望ましい
マーキング	X	X	X	X	X	ESCC 24800	
PIND 試験（内部空洞パッケージ）	X	X	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2052 MIL-STD-883 Method 2020	
気密性（適用する場合）			X	X	X	MIL-STD-750 Method 1071 MIL-STD-883 Method 1014	
リード仕上げ解析及び純スズ識別	X	X				エネルギー分散型 X 線分析（EDX）、蛍光 X 線、マイクロ蛍光、示差走査熱量計（DSC）	RoHS 問題に対するリード仕げを識別するための分析
はんだ付性試験	X	X				IEC 60068-2-69 または AFNOR A 89-400	はんだぬれ性試験方法が推奨される。特定のパッケージ上で実現可能性を検証する
開封	X	X	X	X			
内部目視検査	X	X	X	X		MIL-STD-750 Method 2074, 2072, 2069 MIL-STD-883 Method 2010 MIL-STD-883 Method 2013	プラスチック封止部品の場合は、特にダイとリードフレーム（層間剥離）、外部接続部と樹脂の密着性との界面を確認する。
SEM 検査	X	X				MIL-STD-883 Method 2018	ワイヤボンディング、グラシベーションの完全性、ダイ接続のメタライゼーションの品質を検証するため
ボンド強度	[1]	[2]	[2]			MIL-STD-750 Method 2037 MIL-STD-883 Method 2011 JEDEC 22-B116	[1]ボンド及び剥離試験 [2]ボンド試験
パッシベーションの整合性		X	X	X		MIL-STD-883 Method 2021	化学エッチング液がメタライゼーションに適していることを確認する
ダイ剥離試験（内部空洞パッケージ）	X	X	X			MIL-STD-750 Method 2017 MIL-STD-883 Method 2019	
パッケージレベルの断面観察					X		
目視及び SEM					X		

(1) MIL スペックの基準に加え、以下についての検査を行う：

・パッケージの変形
・リードの変形、剥がれ、仕上げの腐食や膨れ
・パッケージへの異物の混入、プラスチックカプセル材のボイド及びクラック
・表示の視認性及び正確性

上記の解析手順などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

4.5.2.2　　評価試験

(1) 候補部品が調達仕様書に従って製造および試験された際に、プロジェクト要求を満たす信頼性を与えるためにはどのような検査や試験が必要か、評価試験により決定する。
(2) 評価試験項目を必要最小限とするため、以下に関連する既存データ（4.1 項の宇宙転用可能部品の①、②、③に対応）を確認して試験計画を立案する。

(a) 耐久試験（高温および電気的ストレス下での稼働）
(b) 機械的ストレス（衝撃、振動、定加速度）
(c) 環境的ストレス（熱衝撃、温度サイクル、高温及び低温保管、湿度）
(d) 実装性試験
(e) 放射線試験（トータルドーズ及びシングルイベント）
(f) アウトガス試験
(g) ウィスカー試験（錫メッキ等、該当する場合）

(3) 評価試験は、それぞれの候補部品に対して行うこと（部品メーカ毎）。
(4) 評価試験の結果は、スクリーニング試験およびロット保証試験（LAT)の合否判定基準を決定するために使用される。
(5) 評価試験について、集積回路、個別半導体を代表例とした時、表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2-1～3 の評価試験に記載の品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）毎の内容が推奨される。

4.1 項①～③の部品は宇宙転用可能部品として④の民生用部品とは区別しているが、部品メーカの独自判断で設計変更、プロセス変更などが行われることに変わりはない。そのため、フライト部品の設計・プロセスが評価試験時のサンプルと変わってしまっては、評価試験の意味が全くなくなってしまう。
また、評価試験サンプルとフライト部品が同一ロットの場合は、フライト部品のロット保証試験省略が可能になる。
このように、評価試験を計画する際には、評価試験サンプルとフライト部品との関連やフライト部品の調達計画、ミニマムバイ、コスト等を充分考慮して効率的に行うことが望ましい。

表 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	4.5.2.1 項参照	
2	電気特性	10 最小	電気的試験はデータシート記載のとおり、3 温度条件下（最低、標準、最高）、または使用温度範囲上下 10deg（どちらか高い方）	電気的試験は読み取り、記録すること。
3	プレコンディショニング＋高度加速ストレス試験（HAST）（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験(THB) 85/85)	10 最小	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験 85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加（JESD22-A101 for THB） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ： スルーホール端子	PEM（プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
4	寿命試験［1］	10 最小	Ta： 125℃で 2000 時間 MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D 試験前、途中（1000 時間）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、3 温度条件下（最低、標準、最高） DPA は 3 個実施。表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA）参照	Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方 ダイナミック極性（適用する場合はバーンインと同じ）、電気的試験は読み取り、記録すること。 結果は、電気的仕様及び試験条件（酸化については端子の完全性）の確定に利用できる。

表 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験（続き）

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
5	プレコンディショニング＋熱サイクル [1] [2]	10 最小	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 500 サイクル （またはメーカの保存温度範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B（集積回路）/MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前、途中（100 サイクル）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 3 参照	電気的試験は読み取り、記録すること。
6	放射線評価 [1]	5.3.4 項参照	5.3.4 項参照	TID、非電離放射線照射及びシングルイベント効果感度のデータがない場合。
7	アウトガス試験	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	

[1] フライト部品がスクリーニング試験される場合、寿命試験、熱サイクル、TID 及び非電離放射線照射試験はスクリーニング試験後の部品に対して実施すること。

[2]熱サイクル後に PEM 部品に対して C-SAM を行う。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

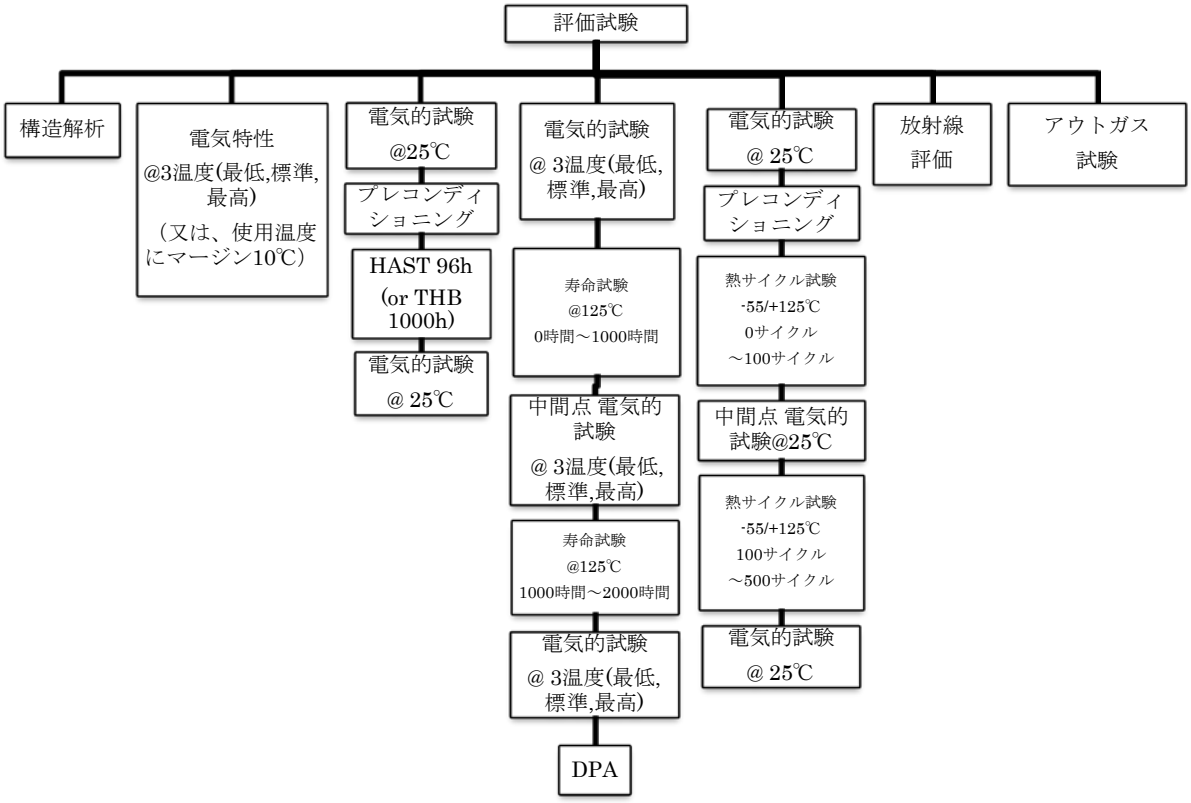


図 4.5.2.2-1 クラスⅠ相当 評価試験ダイアグラム

表 4.5.2.2-2 クラスⅡ相当 評価試験

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	4.5.2.1 項参照	
2	電気特性	10 最小	電気的試験はデータシート記載のとおり、3 温度条件下（最低、標準、最高）、または使用温度範囲上下 10deg（どちらか高い方）	電気的試験は読み取り、記録すること。
3	プレコンディショニング＋ 高度加速ストレス試験（HAST）（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験（THB） 85/85）	10 最小	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間の高温高湿バイアス試験 85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加（JESD22-A101 for THB） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ： スルーホール端子	PEM（プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
4	寿命試験［1］	10 最小	Ta：125℃で 2000 時間 MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D 試験前、途中（1000 時間）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、3 温度条件下（最低、標準、最高） DPA は 3 個実施。表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA）参照	Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方 ダイナミック極性（適用する場合はバーンインと同じ）、電気的試験は読み取り、記録すること。 結果は、電気的仕様及び試験条件（酸化については端子の完全性）の確定に利用できる。

表 4.5.2.2-2 クラスⅡ相当 評価試験（続き）

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
5	プレコンディショニング＋熱サイクル［1］［2］	10 最小	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 500 サイクル （またはメーカの保存温度範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B（集積回路)/MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前、途中（100 サイクル）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング:サブグループ 3 参照	電気的試験は読み取り、記録すること。
6	放射線評価［1］	5.3.4 項参照	5.3.4 項参照	TID、非電離放射線照射及びシングルイベント効果感度のデータがない場合。
7	アウトガス試験	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	

［1］フライト部品がスクリーニング試験される場合、寿命試験、熱サイクル、TID 及び非電離放射線照射試験はスクリーニング試験後の部品に対して実施すること。

［2］熱サイクル後に PEM 部品に対して C-SAM を行う。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

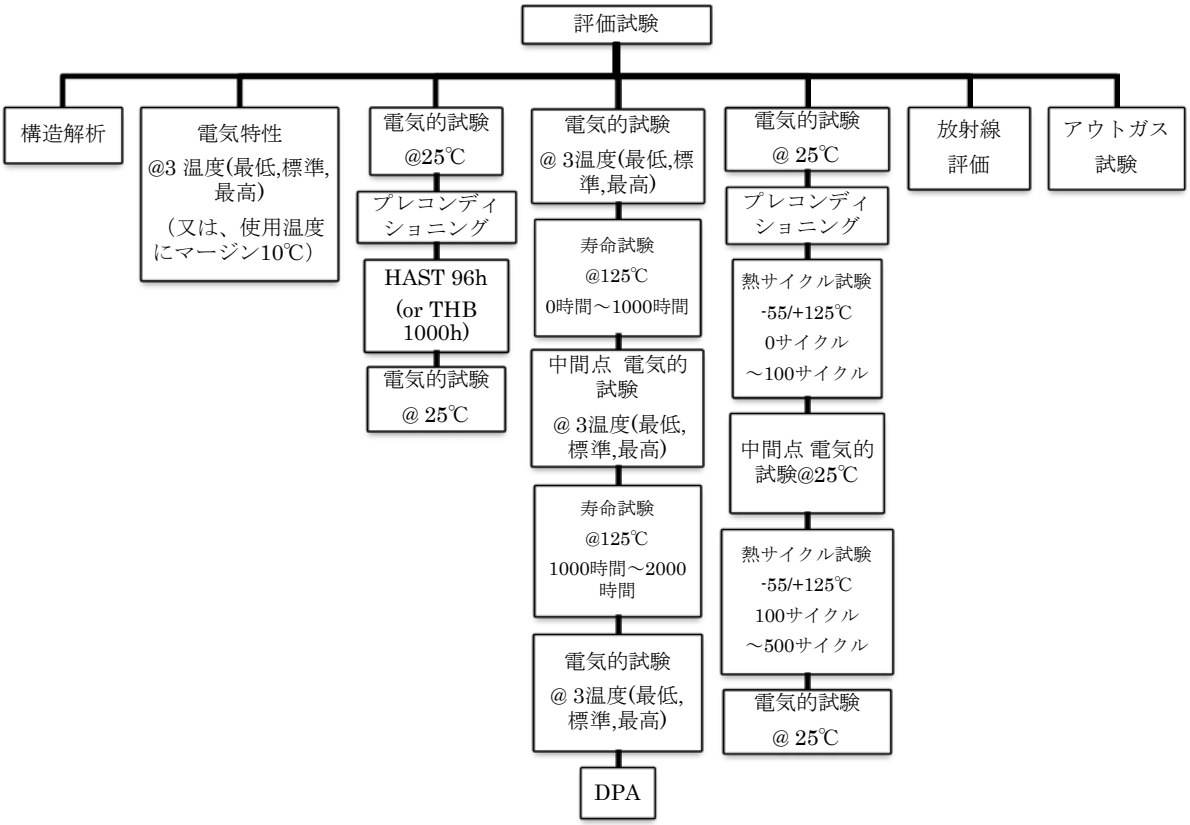


図 4.5.2.2-2 クラスⅡ相当 評価試験ダイアグラム

表 4.5.2.2-3 クラスⅢ相当 評価試験

サブグループ試験	試験	サンプル数（個）	試験方法/評価基準	コメント
1	構造解析（CA）	5	4.5.2.1 項参照	
2	放射線評価［1］	5.3.4 項参照	5.3.4 項参照	TID、非電離放射線照射及びシングルイベント効果感度のデータがない場合。
3	アウトガス試験	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	ASTM E 595、JERG-0-034 参照	

[1]フライト部品がスクリーニング試験される場合、TID 及び非電離放射線照射試験はスクリーニング試験後の部品に対して実施すること。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

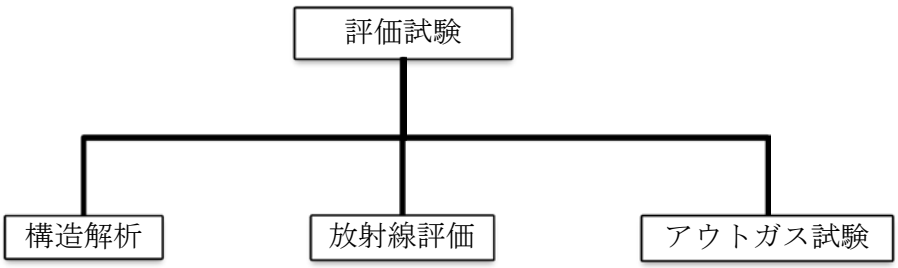


図 4.5.2.2-3 クラスⅢ相当 評価試験ダイアグラム

4.5.3 非標準部品承認申請(NSPAR)と審査

(1) ユーザ(システム/機器メーカ)は宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品をフライトに使用する場合は、非標準部品承認申請書(NSPAR)に必要事項を記載して JAXA の担当プロジェクトに提出し、審査、承認を受ける。(注)
但し、非標準部品承認申請(NSPAR)を適用しがたい場合は、4.5.1 項による使用部品リストの審査によるものとする。

(2) NSPAR の作成・提出は PAPDB の活用を推奨する。これによりがたい場合は、担当プロジェクトの指示に従う。

(3) 次の条件を満たすプロジェクト承認非標準部品については、過去に承認を得た NSPAR の承認を有効とできる。

(a) NSPAR を過去に提出し承認が得られた部品で、設計・構造、製造条件等に信頼性上の問題がない。自動車用や産業用でも、設計、加工条件、加工工程、材料等が変更される場合があるため、過去に承認が得られた部品を再度使用する場合は部品メーカに必ず確認する。その際、初回に使用した部品情報（部品メーカ品番、ロット NO.など）の提供を行うことが望ましい。

(b) 承認時の部品の適用条件が、適用する科学衛星の寿命、環境条件等の要求と同等以上であることを、承認時の仕様書、試験データ等により証明できる。補部品が調達仕様書に従って製造及び試験された際に、プロジェクトの要求を満たす信頼性を与えるためにはどのような検査や試験が必要か、評価試験により決定する。

(4) NSPAR は、図 4.1-2 宇宙転用可能部品の宇宙適用基本フローに従い、原則として当該部品の調達前に申請を行う。その後の試験結果により更新が必要となった場合は NSPAR の改訂申請を行う。

(5) NSPAR 審査にて不採用になった場合、追加試験等でリスク緩和が可能な場合は追加試験等を実施して、NSPAR の再申請を行う。

（注）宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品としての NSPAR への記載（含む添付資料）は、別途、詳細を明確化する予定である。現段階では、現行 NSPAR の次の該当欄については、「その他（ ）」を選択して（ ）内に「(クラスⅠ 相当宇宙転用)、(クラスⅡ 相当宇宙転用)、(クラスⅢ相当宇宙転用)」のいずれかを記入することで、従来のプロジェクト承認非標準部品とは区別して運用する。

- 品質保証レベル欄
- 設計・構造欄
- 製造プロセス管理欄
- スクリーニング試験欄
- 認定試験欄
- 品質確認試験欄

4.6 宇宙転用可能な ASIC の扱い

機器の小型・高機能化に伴い、ASIC の採用が拡大している。宇宙用 ASIC は国内外に存在するが、性能、入手性、価格等要求に合致しない場合には、4.1 項の①～③の部品製造テクノロジー・プロセスの利用が考えられる。図 4.6-1 に宇宙転用可能 ASIC の宇宙適用基本フローを示す。

ASIC と汎用 IC で大きく違う点は以下の 2 点である。

①要求される性能、コスト、スケジュールを実現できない可能性がある。
②前工程（ウェーハ）と後工程（組立/試験）が別メーカになる可能性がある。

上記2点の留意事項を4.6.1項及び4.6.2項に示す。その他の事項については4.2項から4.5項を適用するものとする。

4.6.1 必要性／要求検討

ASICを新規に採用する場合、必要とする機能・性能・コスト・スケジュールが実現できないリスクの伴うことを認識すること。従って、ASIC採用にあたっては事前の十分な調査・検討が必須である。少なくとも以下の事項について十分な評価・検討を行うこと。

1）設計の複雑性
2）電力消費量
3）ASICのスピード、タイミング
4）放射線耐性、耐放射線設計
5）試験項目、および内容
6）ASIC化のメリット（FPGAとのトレードオフ）
7）テクノロジ（プロセス）の習熟度
8）パッケージ
9）設計及び試験ツールの有効性
10）必要な人的リソースの確保
11）IPコアのライセンス、サポートなど

また、上記を含め潜在的なリスクアイテムを識別し、予防策とコンティンジェンシー・プランを割り当てるリスク分析を実施することが望ましい。

4.6.2 前工程と後工程の選定

ASICでは前工程（ウェーハ製造）と後工程（組立て／試験）を、別メーカで実施する場合が多い。この場合、4.2項で求められるユーザ（システム／機器メーカ）側と部品メーカ側の合意（協力）はそれぞれのメーカに対して実施するべきである。しかし、前/後工程が別メーカで実施された場合は責任の明確化が難しく、結果としてユーザ責になる可能性が高いことを認識すること。

当然ASICにおいても、前/後工程ともに選定の際には4.4項に示した選定指針と禁止・制約に関する共通事項を満足することが推奨される。
前工程は機能・性能に直結するため、宇宙用ASICでは対応できず、宇宙転用可能なASICに解を求める可能性が高い。しかしこの場合でもまだ習熟度の浅い最新テクノロジの採用は避けることが望ましい。可能であれば、JAXA/MILのQML認定されたファンドリー・テクノロジー等で実績のあるプロセスを選ぶことを推奨する。

後工程に関しては、産業機器用途等ではプラスチックパッケージが主流のためこの選択肢もあるが、現在、宇宙用認定されたプラスチックパッケージの組立ラインは無く、4.5.2.2項の評価試験、5.3.2項のスクリーニング試験、および5.3.3項のロット保証試験すべてを適用することが必要となる。後工程として宇宙用として確立された気密封止パッケージの組立プロセス（JAXA認定等）を用いれば、組立におけるリスクは軽減でき、かつ従来の認定製品のデータを有効活用できるため、評価試験、ロット保証試験におけるパッケージ関連試験の項目省略が可能である。

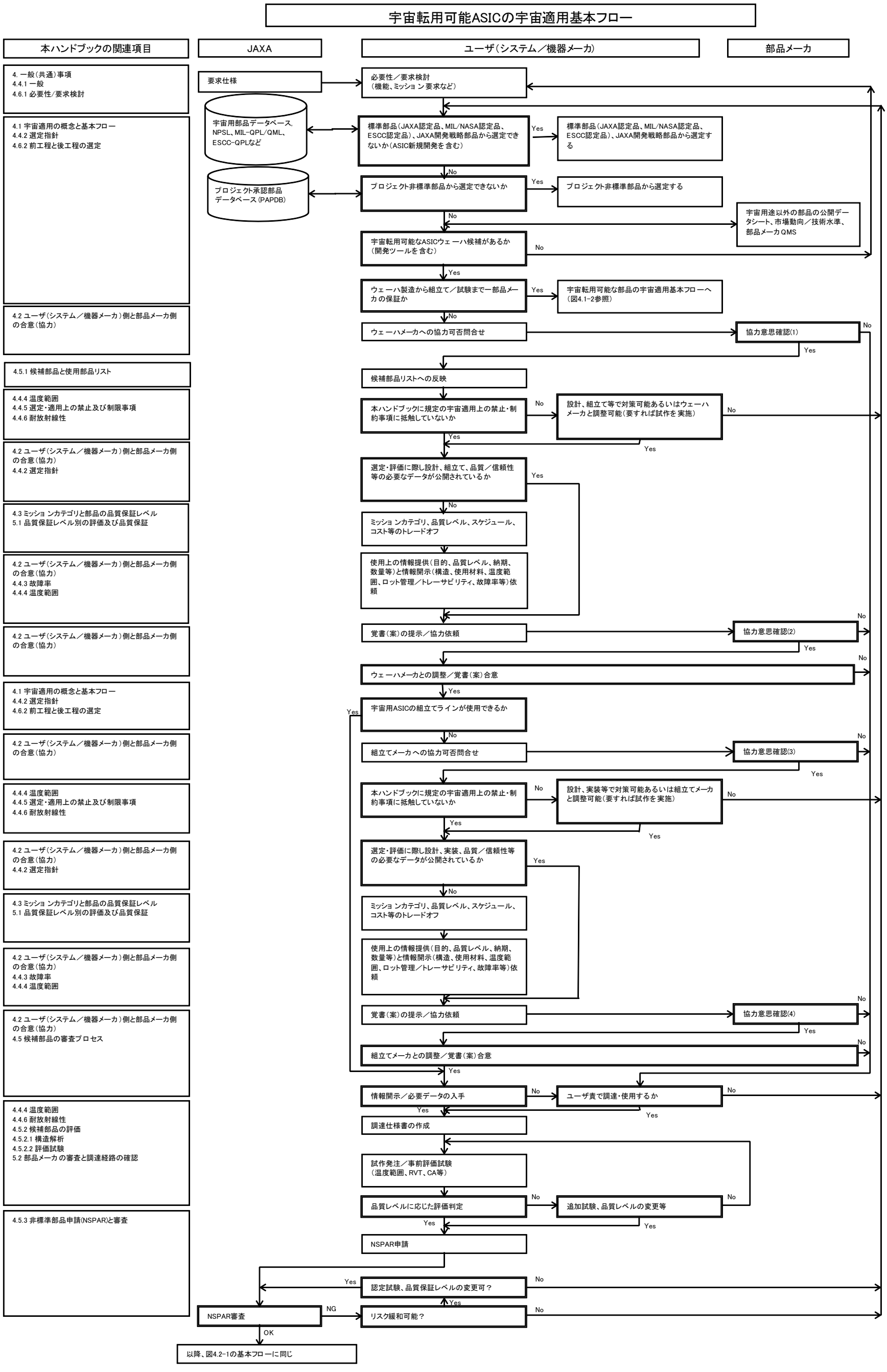


図 4.6-1　宇宙転用可能 ASIC の宇宙適用基本フロー

5　品質保証

5.1　品質保証レベル別の評価、および品質保証

4.3 項のミッションカテゴリと部品の品質保証レベルに記載されたように、ユーザ（システム/機器メーカ）は候補部品について、ミッションの寿命、重要度、リスク、信頼性/コストを考慮して適用する部品の品質保証レベルを選択し、クラスⅠ，Ⅱ，Ⅲ相当に対応する評価、品質保証を行い、宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品としての保証を行う。

クラスⅠ，Ⅱ，Ⅲ相当に対応する評価試験、スクリーニング試験、ロット保証試験の概要については、RNC-CNES-Q-ST-60-100 に規定する集積回路、個別半導体を代表例とした各品質保証レベル比較を図 4.3-1 品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ相当）の比較サマリに示す。

集積回路および個別半導体以外の部品については、EEE-INST-002(*)においてクラスⅠ，Ⅱ，Ⅲ相当にほぼ対応する Level１、２、３別のスクリーニング試験、および認定試験の詳細が Commercial 部品についてまとめられている。よってこれらを参照にした候補部品の評価、試験計画の立案が推奨される。

(*)https://nepp.nasa.gov/DocUploads/FFB52B88-36AE-4378-A05B2C084B5EE2CC/EEE-INST-002_add1.pdf

更に、評価試験、スクリーニング試験、ロット保証試験の詳細は、RNC-CNES-Q-ST-60-100 に規定する集積回路、個別半導体を代表例とした、4.5.2.2 評価試験（表 4.5.2.2-1～3、図 4.5.2.2.-1～3)、5.3.2 スクリーニング試験(表5.3.2-1～3)、5.3.3 ロット保証試験(表5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3）に記載の品質保証レベル（クラスⅠ-Ⅲ 相当）毎に示したとおりである。

5.2　部品メーカの審査と調達経路の確認

5.2.1　部品メーカの審査

ユーザ（システム/機器メーカ）は、選定する部品メーカの QMS に関し ISO、JIS 等の公的機関による認証が確立していない場合には、次の事項について確認する。又、公的認証を受けている場合であっても、認証範囲に次の事項が含まれ、実施されているかを確認することが望ましい。

(1) 工程特性、および工程管理に対して有効なシステムを導入し、維持している。
(2) 工程、および部品の認定、品質保証に対して有効なシステムを導入し、維持している。
(3) 工程、および部品に対する信頼性データを取得するために、信頼性試験システムを有している。
(4) 工程の連続的改善を保証するために設けられた有効な方針を有している。

これらは、根拠資料に基づくか、又は部品メーカの工場における品質監査／工場審査を実施することによって確認する。

5.2.2　調達経路の確認

ユーザ（システム／機器メーカ）は調達経路について次の事項を確認する。尚、部品メーカとは事前に取り交わす覚書等によって、調達経路を取り決めておくことが望ましい。

(1)部品メーカからの直接調達。
(2)品質保証/部品評価会社を経由した調達。

5.3　候補部品の調達

ユーザ（システム/機器メーカ）は、5.2 項で審査した部品メーカから、以下に推奨する事項を考慮して候補部品を調達する。

(1)部品の性能特性ばらつき、およびミッションの成功を脅かすリスクを最小限に抑えるため、事前に部品メーカとの間でロットの定義を調整し、可能な限り同一ロットの部品を発注する。
(2)最新デートコードの部品を優先して調達する。
(3)部品メーカから直接調達できない場合は、偽造部品の調達リスクを低減するため、部品メーカと正規代理店契約を結んでいる販売業者、あるいは品質保証/部品評価会社を経由して部品を調達する。
(4)事前に取り交す覚書等によって、購入単位や購入経路となる代理店の指定や再梱包の有無を取り決めておくことが望ましい。
(5)開封による構造解析については、部品メーカとの合意を得て実施することが望ましい。

調達に際しては、4.2 項ユーザ（システム/機器メーカ）側と部品メーカ側の合意（協力）に記載した事項等を参照し、双方で覚書に必要な事項を盛り込み合意して、協力関係を構築する。

5.3.1　調達仕様書

ユーザ（システム/機器メーカ）は部品を調達する際に、候補部品を規定した調達仕様書を覚書に基づき作成し、これに基づいて調達する。
作成する調達仕様書には、部品メーカの納入仕様図またはデータシート等を利用して、少なくとも次の事項を規定する。

(1) 品目、部品番号
(2) 最大定格、使用温度範囲、環境条件、電気的特性、外形図、表示、端子接続等
(3) 信頼性、及び品質保証
(4) トレーサビリティ
(5) 包装
(6) 提出文書
(7) 変更通知

5.3.2　スクリーニング試験

スクリーニング試験は、フライト用のハードウェアに組込まれるすべての部品について行う。スクリーニング試験の設定にあたっては、試験自体のストレスによって部品の信頼性を損なうことのないよう配慮する。尚、スクリーニング試験における温度/時間の関係で、リードのハンダ付け性が劣化する場合があるので注意する。

全てのスクリーニング試験は部品メーカの施設、又はスクリーニング試験の遂行能力が確認された施設で実施する。第三者の施設で実施する場合は、事前に試験実施における責任の所在を調整しておくことが望ましい。

スクリーニング試験は、表 5.3.2-1～3、図 5.3.2-1～3 （RNC-CNES-Q-ST-60-100 に規定の集積回路、個別半導体の代表例）の各品質保証レベル（クラスⅠ～Ⅲ相当）に従い実施することが推奨される。

集積回路及び個別半導体以外の部品については、EEE-INST-002(*)にクラスⅠ，Ⅱ，Ⅲ相当にほぼ対応するLevel1、2、3 別のスクリーニング試験の詳細がCommercial 部品としてまとめられているので、これらを参照にするか、同等又は類似の公的認定部品における適用仕様書のスクリーニング試験をガイドラインとして適用することを推奨される。

(*)https://nepp.nasa.gov/DocUploads/FFB52B88-36AE-4378-A05B2C084B5EE2CC/EEE-INST-002_add1.pdf

宇宙転用可能部品を使用する背景には高機能、高性能、小型、軽量などに加え、自動実装、リフローはんだ付けなどによる省力化作業があるが、スクリーニング試験では対象部品全数を扱うため、リードを変形させてしまい、自動実装ができなくなる可能性がある。特にソケットを利用するバーンイン、電気的特性試験では十分な注意が必要である。
このような問題を避けるため、部品メーカ以外でスクリーニング試験を実施する際にはスクリーニング試験項目の必要性を十分に検討し、計画する必要がある。

例えば、モノリシック集積回路、トランジスタ、ダイオードなどは、ほとんどのプロセスが自動化され、一度に大量生産されている。このような部品はロット内でのバラツキが少なく、ロットとして信頼性や品質を確認すれば、ロット内の個々の部品にも同等な信頼性、品質が期待できる。従って、このような部品はロット保証試験を実施することで、スクリーニング試験の項目削減が可能である。

一方、ＲＦデバイスのようなモジュール類は、マニュアルもしくは半自動のプロセスがほとんどで、同一ロットであってもバラツキは大きくなる。数量的にも受注数量のみの生産であることが多く、少量生産となるため高価なものとなる。このような部品での抜取によるロット保証試験では高価なサンプルをつぶすことになるだけで、個々の部品の信頼性、品質を保証することが難しい。従ってこのような部品については、スクリーニング試験を充実させることによるロット保証試験項目の削減が効果的である。

表 5.3.2-1 クラスⅠ相当 スクリーニング試験

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
1	X 線	100%	MIL-STD-883、試験方法 2012 ワイヤ流れを（上面）から検査する。ロットは部品がプロジェクトで要求される数量が十分に残っていなければ不合格となる。	蓄積したトータルドーズは製品許容線量の 10 分の 1 以下であること
2	シリアルナンバー付け	100%	N/A	
3	温度サイクル	100%	-55/+125℃で 10 サイクル（またはメーカの保存温度範囲のどちらか低い方）MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B	
4	PIND 試験	100%	適用（内部空洞パッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 2020 の条件 A(集積回路)/MIL-STD-750、試験方法 2052 の条件 A（個別半導体）	
5	バーンイン試験前電気的特性	100%	電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施	選択したパラメータと電気的不良品を読み取り、記録すること。
6	ダイナミックバーンイン	100%	MIL-STD-883、試験方法 1015 の条件 B 125℃で 240 時間 105℃で 445 時間 または 85℃で 885 時間	温度は Tjmax-10℃と Tg-10℃のどちらか低い方より低く設定しなければならない。 Tj または Tg がわからない場合、105℃最高が要求される。バーンイン試験後に端子酸化リスクの等価計算 Ea: 0.4eV を確認すること。
7	試験後電気的特性	100%	データシート記載の電気的試験、3 温度（最低、標準、最高）	選択したパラメータを読み取り記録して、ドリフト計算すること。電気的不良品を読み取り記録すること。

表 5.3.2-1 クラスⅠ相当 スクリーニング試験（続き）

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
8	PDA	N/A	ステップ 5 と 7 PDA：5%最大	
9	気密性	100%	適用（ハーメチックパッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 1014、条件 A または B、および C(集積回路)/MIL-STD-750、試験方法 1071、条件 H1 または H2 及び C または K（個別半導体）	
10	外部目視検査	100%	MIL-STD-883、試験方法 2009(集積回路)/ MILSTD- 750、試験方法 2071（個別半導体）	MIL スペックは PEM（プラスチックパッケージ）の目視検査には適用しないが、（主に接続の腐食やマーキングの受け入れのための）参照として使用できる。 さらに、プラスチックパッケージには、以下の不具合がないか試験する：パッケージの変形/パッケージ内の異物、プラスチックのボイド及びクラック/変形リード

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

表 5.3.2-2 クラスⅡ相当 スクリーニング試験

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
1	シリアルナンバー付け	100%	N/A	
2	温度サイクル[1]	100%	-55/+125℃で 10 サイクル（またはメーカの保存温度範囲のどちらか低い方）MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B	
3	PIND 試験	100%	適用（内部空洞パッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 2020 の条件 A(集積回路) /MIL-STD-750、試験方法 2052 の条件 A（個別半導体）	
4	バーンイン試験前電気的特性[1]	100%	電気的試験はデータシート（パラメータ&機能）記載のとおり、25℃で実施	選択したパラメータと電気的不良品を読み取り、記録すること。
5	ダイナミックバーンイン[1]	100%	MIL-STD-883、試験方法 1015 の条件 B 125℃で 160 時間 105℃で 300 時間 または 85℃で 590 時間	温度は Tjmax-10℃と Tg-10℃のどちらか低い方より低く設定しなければならない。 Tj または Tg がわからない場合、105℃最高が要求される。バーンイン試験後に端子酸化リスクの等価計算 Ea: 0.4eV を確認すること。
6	試験後電気的特性[1]	100%	データシート記載の電気的試験、3 温度（最低、標準、最高）	選択したパラメータを読み取り記録して、ドリフト計算すること。電気的不良品を読み取り記録すること。
7	PDA [1]	N/A	ステップ 4 と 6 PDA：5%最大	

表 5.3.2-2 クラスⅡ相当 スクリーニング試験（続き）

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
8	気密性	100%	適用(ハーメチックパッケージ)する場合、MIL-STD-883、試験方法 1014、条件 A または B 及び C(集積回路) /MIL-STD-750、試験方法 1071、条件 H1 または H2 及び C または K（個別半導体）	
9	外部目視検査[1]	100%	MIL-STD-883、試験方法 2009(集積回路)/ MILSTD- 750、試験方法 2071（個別半導体）	MIL スペックは PEM(プラスチックパッケージ）の目視検査には適用しないが、（主に接続の腐食やマーキングの受け入れのための）参照として使用できる。 さらに、プラスチックパッケージには、以下の不具合がないか試験する：パッケージの変形/パッケージ内の異物、プラスチックのボイド及びクラック/変形リード

[1] 利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できる場合は、スクリーニングの省略または当該試験項目の削減が可能である。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

表 5.3.2-3 クラスⅢ相当 スクリーニング試験

ステップ	試験	サンプル	試験方法/評価基準	コメント
1	PIND 試験[1]	100%	適用（内部空洞パッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 2020 の条件 A(集積回路) /MIL-STD-750、試験方法 2052 の条件 A（個別半導体）	
2	気密性[1]	100%	適用（ハーメチックパッケージ）する場合、MIL-STD-883、試験方法 1014、条件 A または B 及び C(集積回路)/MIL-STD-750、試験方法 1071、条件 H1 または H2 及び C または K（個別半導体）	

[1] 明確な品質の懸念、問題のある故障率データや実績等が報告・確認されている場合に限り適用する。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

5.3.3 ロット保証試験

ユーザ（システム/機器メーカ）及び/又は部品メーカは、5.3.2 項でスクリーニング試験されたロットに対して、ロット保証試験を行いロット合否を確認する。

ロット保証試験は、表 5.3.3-1～3、図 5.3.3-1～3(RNC-CNES-Q-ST-60-100 に規定の集積回路、個別半導体の代表例）に記載の各品質保証レベル（クラスⅠ～Ⅲ相当）に従い実施することが推奨される。

集積回路及び個別半導体以外の部品については、EEE-INST-002(*)に、クラスⅠ、Ⅱ、Ⅲ相当にほぼ対応する Level１、２、３別の認定試験の詳細が Commercial 部品としてまとめられているので、これらを参照するか、同等又は類似の公的認定部品における適用仕様書の品質確認試験（ロット保証試験）をガイドラインとして適用することが推奨される。

(*)https://nepp.nasa.gov/DocUploads/FFB52B88-36AE-4378-A05B2C084B5EE2CC/EEE-INST-002_add1.pdf

ロット保証試験項目の省略については、5.3.2 項の記述を参考にすること。

表 5.3.3-1 クラスⅠ相当 ロット保証試験

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
1	破壊的物理解析（DPA）	3 個	表 5.3.6 -1 参照	
2	プレコンディショニング＋HAST（or 1000h THB 85/85）	10/ 0	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間 THB85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加 (JESD22-A101 for THB) 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ&機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ：スルーホール端子	PEM（プラスチックパッケージ）のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
3	寿命試験［1］	15/ 0	Ta：125℃で 2000 時間、MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D、 試験前、途中（1000 時間）、試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、3 温度条件下（最低、標準、最高）	Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方、日付けコード2年以内の 2000 時間データが利用でき、テクノロジ変更がないなら 1000 時間に縮減ができる。 ダイナミック極性（バーンインと同じ）選択したパラメータ（適用するならバーンインと同じ）と電気的不良品は読み取り記録すること。 ここでの寿命試験はロットの良否を確認するため、ESCC 認定品と同じ 2000 時間としている。

表 5.3.3-1 クラスⅠ相当 ロット保証試験（続き）

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
4	プレコンディショニング＋熱サイクル [1]	10/ 0	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 100 サイクル （またはメーカの保存温度範囲のどちらか低い方）MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B（集積回路）/MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 2 参照	電気的不良品は読み取り記録すること
5	放射線の実証試験（RVT） [1] [2]	5.3.4 項参照	5.3.4 項参照	

[1] 寿命試験、熱サイクル、及び放射線の実証試験にはスクリーニング試験された部品を供すること。

[2]利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できる場合にはロット保証試験の省略または項目の削減が可能である。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

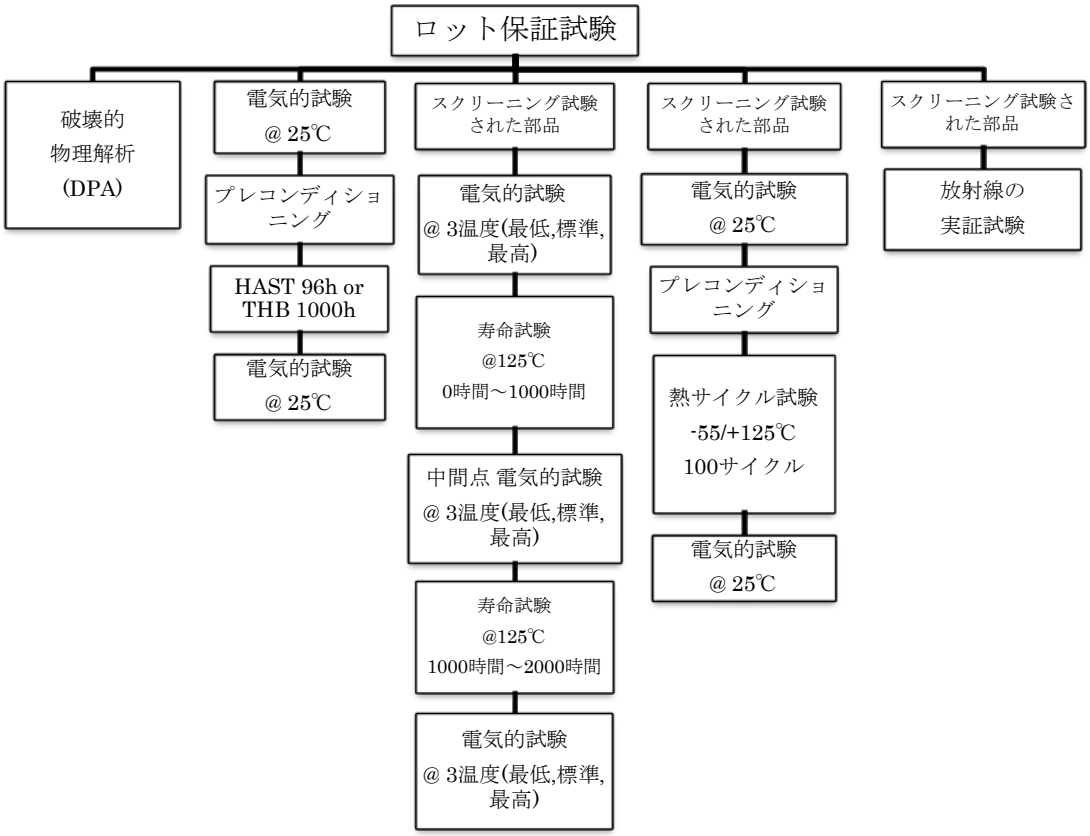


図 5.3.3-1 クラスⅠ相当 ロット保証試験 ダイアグラム

表 5.3.3-2 クラスⅡ相当 ロット保証試験

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
1	破壊的物理解析（DPA）	3 個	表 5.3.6 -1 参照	
2	プレコンディショニング＋HAST（or 1000h THB 85/85）	10/ 0	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間（または 1000 時間 THB85/85） JESD22-A110 連続バイアス印加 (JESD22-A101 for THB) 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ：スルーホール端子	PEM(プラスチッジ）のみ適用。 電気的試験は読録すること。
3	寿命試験［1］	15/ 0	Ta：125℃で 1000 時間、MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D、 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）に記載のとおり、25℃で実施	Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方。 ダイナミック極性（適用するならバーンインと同じ） 選択したパラメータ（適用するならバーンインと同じ）と電気的不良品は読み取り記録すること。 ここでの寿命試験はロットの良否を確認するため、ESCC 認定品と同じ 1000 時間としている。

表 5.3.3-2 クラスⅡ相当 ロット保証試験（続き）

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
4	プレコンディショニング＋熱サイクル [1]	10/ 0	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 100 サイクル （またはメーカの保存温度範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B（集積回路）/MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 2 参照	このサブグループ試験を実施するかはミッションプロファイルによる。電気的不良品は読み取り記録すること
5	放射線の実証試験 (RVT) [1] [2]	5.3.4 項参照	5.3.4 項参照	

[1] 寿命試験、熱サイクル、及び放射線の実証試験にはスクリーニング試験された部品を供すること。

[2]利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できる場合にはロット保証試験の省略、または項目の削減が可能である。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

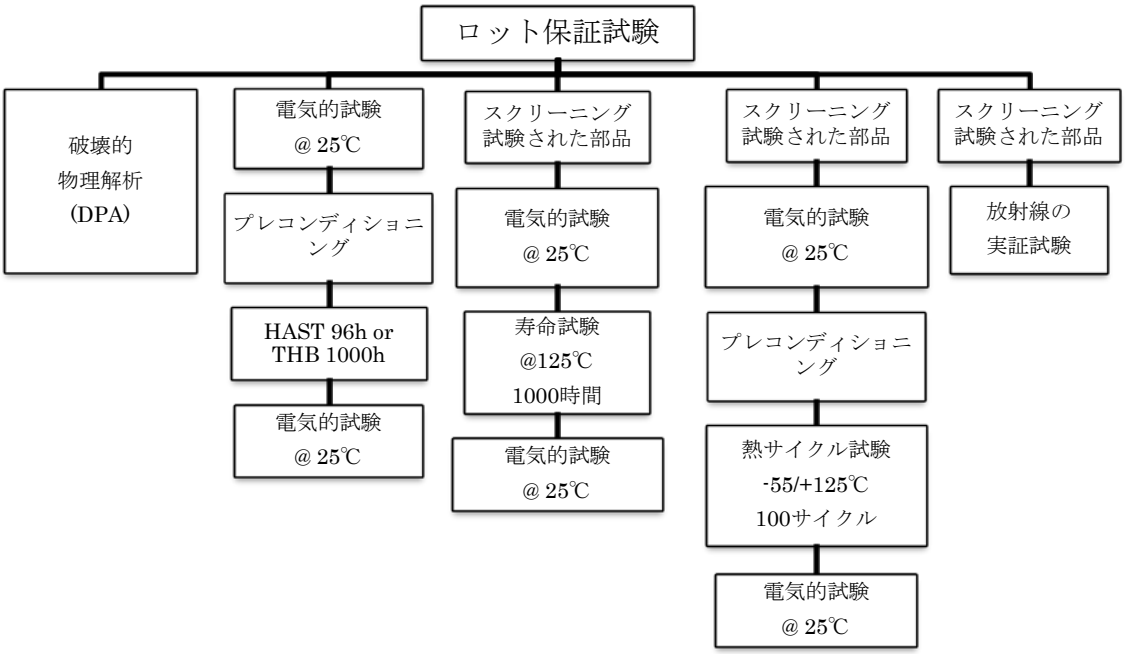


図 5.3.3-2 クラスⅡ相当 ロット保証試験 ダイアグラム

表 5.3.3-3 クラスⅢ相当 ロット保証試験

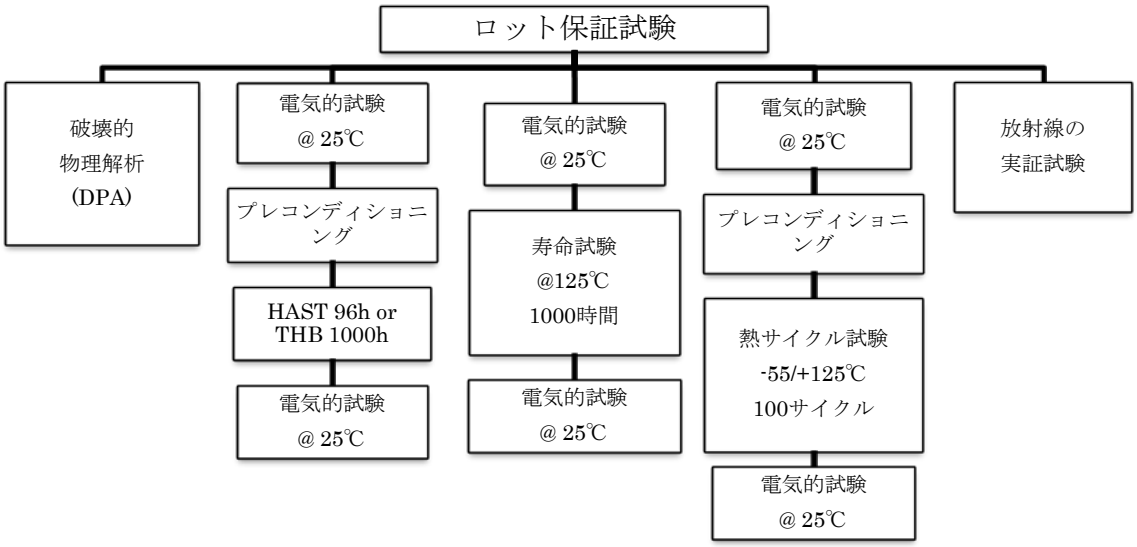
サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
1	破壊的物理解析 (DPA)	3 個	表 5.3.6 -1 参照	
2	プレコンディショニング＋ HAST (or 1000h THB 85/85) [1]	10/ 0	プレコンディショニング(*)+130℃/85%RH で 96 時間 (または 1000 時間 THB85/85) JESD22-A110 連続バイアス印加 (JESD22-A101 for THB) 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート (パラメータ＆機能) 記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング： JESD-22-A113 ： SMD JESD-22-B106 ：スルーホール端子	PEM (プラスチックパッケージ) のみ適用。 電気的試験は読み取り、記録すること。
3	寿命試験 [1]	15/ 0	Ta：125℃で 1000 時間、MIL-STD-883、試験方法 1005 の条件 D、 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート (パラメータ＆機能) に記載のとおり、25℃で実施	Ta：125℃あるいは最高動作温度のどちらか低い方 ダイナミック極性 (適用するならバーンインと同じ) 選択したパラメータ (適用するならバーンインと同じ) と電気的不良品は読み取り記録すること。 ここでの寿命試験はロットの良否を確認するため、ESCC 認定品と同じ 1000 時間としている。

表 5.3.3-3 クラスⅢ相当ロット保証試験（続き）

サブグループ試験	試験	ｻﾝﾌﾟﾙ数/受入基準数	試験方法/評価基準	コメント
4	プレコンディショニング＋熱サイクル[1]	10/ 0	プレコンディショニング(*)+（-55/+125℃）で 100 サイクル（またはメーカの保存温度範囲のどちらか低い方） MIL-STD-883、試験方法 1010 の条件 B（集積回路）/MIL-STD-750、試験方法 1051 の条件 B（個別半導体） 試験前及び試験後の電気的試験はデータシート（パラメータ＆機能）記載のとおり、25℃で実施 (*)プレコンディショニング：サブグループ 2 参照	このサブグループ試験を実施するかはミッションプロファイルによる。電気的不良品は読み取り記録すること
5	放射線の実証試験(RVT)[1]	5.3.4 項参照	5.3.4 項参照	―

[1]利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できる場合にはロット保証試験の省略または項目の削減が可能である。

上記の試験条件などは RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。



HAST、寿命試験、熱サイクルは、利用可能な根拠データ、評価試験データなどで十分な品質・信頼性が確認できない場合に適用。

図 5.3.3-3 クラスⅢ相当 ロット保証試験 ダイアグラム

5.3.4 放射線試験

ユーザ（システム/機器メーカ）は、4.4.6 項 (3)で識別された放射線に感受性のある部品および、既存試験ではデータ不十分な部品について、試験計画を立案してそれに従った放射線試験を行う。

放射線試験は国際的に認知された標準 ESCC25100、ESCC22900 又は MIL‐STD‐750 の試験方法 1080、MIL‐STD‐883 の試験方法 1019、及び JEDEC JESD57 を参照する。

放射線試験に供される部品は、フライト部品のロットの代表となるように 5.3.2 項に従いスクリーニング試験を行った部品からサンプルを選定する。

5.3.5 受入検査

ユーザ（システム/機器メーカ）は、以下の内容を含む受入検査の手順（方法、合否判定基準を含む）を文書化し、それに従って受入検査を実施する。

(1)マーキング（部品番号、ロット識別、メーカ名等）確認
(2)数量確認
(3)包装の確認
(4)部品メーカからの添付文書の確認
(5)部品のタイプ、クリティカリティに応じた検査を実施する
（例：技術的懸念事項、要確認事項、はんだ付け性試験、電気的試験等）

ユーザ（システム/機器メーカ）又は代理者が既に源泉検査等を実施している場合の受入検査では、少なくとも次の事項を確認するのみで良い。

(1)梱包状態確認
(2)員数確認

5.3.6 破壊的物理解析（DPA）

ユーザ（システム/機器メーカ）は、調達した部品が評価した部品と同等であり、その材料、設計、ワークマンシップおよび構造が関連調達文書の要求を満足し、用途に適していることを確認するために、ロット毎の DPA 実施が望ましい。

DPA は、専門の試験機関もしくは部品メーカが行っても良いが、その解析結果については部品メーカのみでなく、ユーザ（システム/機器メーカ）も確認すること。

なお、能動部品に対してはこの DPA 検証は必須である。DPA 手順は、表 5.3.6-1 破壊的物理解析（DPA)に示した集積回路、個別半導体の代表例（RNC-CNES-Q-ST-60-100 に規定）を参照の上、文書化して行う。

試料数、適用可能な試験および検査、並びに合否判定基準は、技術的判断に基づいて部品のタイプ、あるいはファミリー毎に MIL-STD-1580 を参照して実施することが望ましい。なお、DPA はその部品がフライトハードウェアに組み込まれる前に完了させること。

人体の健康上および安全上の理由から、酸化ベリリウム(BeO) の粉塵を発生させる試験は行わない。長期保管後に再検査で使用するという場合においても DPA を行うことが望ましい。(5.3.8 項参照)

表 5.3.6-1　破壊的物理解析（DPA）集積回路、個別半導体の代表例

	サンプル				
試験	No. 1	No. 2	No. 3	手順	備考
外部目視検査	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2071 MIL-STD-883 Method 2009	MIL スペックは PEM（プラスチックパッケージ）の目視検査に適用されていないが、参考文書として使用することができる(1)
PIND 試験（内部空洞パッケージ）	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2052 MIL-STD-883 Method 2020	
気密性（適用する場合）	X	X	X	MIL-STD-750 Method 1071 MIL-STD-883 Method 1014	
はんだ付性試験	X	X		IEC 60068-2-69 または AFNOR A 89-400	はんだぬれ性試験方法が推奨される。特定のパッケージ上で実現可能性を検証する
開封	X	X	X	NA	
内部目視検査	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2074, 2072, 2069 MIL-STD-883 Method 2010	PEM（プラスチックパッケージ）の場合は、特にダイとリードフレーム（層間剥離）と外部接続樹脂の密着性との界面を確認する
ボンド強度	[1]	[2]	[2]	MIL-STD-750 Method 2037 MIL-STD-883 Method 2011 JEDEC 22-B116	[1]ボンド及び剥離試験 [2]ボンド試験
パッシベーションの整合性		X	X	MIL-STD-883 Method 2021	化学エッチング液がメタライゼーションに適していることを確認する
ダイ剥離試験（内部空洞パッケージ）	X	X	X	MIL-STD-750 Method 2017 MIL-STD-883 Method 2019	

(1) MIL スペックの基準に加え、下記についての検査を行う：

・パッケージの変形
・リードの変形、剥がれ、仕上げの腐食や膨れ
・パッケージへの異物の混入、プラスチックカプセル材のボイド及びクラック
・表示の視認性及び正確性

上記の試験条件は RNC-CNES-Q-ST-60-100 を参考に集積回路、個別半導体を代表例として記載している。

5.3.7 取扱いおよび保管

ユーザ（システム/機器メーカ）は、部品の取扱および保管手順について最低限以下の項目決定/確認を含め、その手順に従って取扱い、保管をする。

(1) 部品の取扱および保管を行う施設、設備の環境条件。
(2) 部品の保管を行う場合の梱包方法、及び部品メーカ推奨の保管条件。
(3) 静電気放電に感受性がある部品の識別と取扱い。JERG-0-036 参照。
(4) PEM（PED）については次のいずれかの条件にて保管する。
  (a)窒素
  (b)乾燥したイオン化空気（相対湿度は 15%～20%に保つこと）
  (c)ドライパック（ドライパックの検査及び管理については J-STD-033 を参照）

5.3.8 再検査

原則として、スクリーニング試験（5.3.2 項参照）、ロット保証試験（5.3.3 項参照）終了後、5 年を超えて保管（5.3.7 項参照）された部品は、以下の再検査項目を満足できれば使用可能である。

(1) ロットの均一性、トレサービリィテイが確認でき、該当ロットについて未解決の不具合/故障（7.2 項参照）とアラート（7.3 項参照）が存在していない。
(2) 5.4 項の試験･検査データ（放射線試験結果を含む）がそのプロジェクトに利用可能である。
(3) 再検査については、少なくとも次の検査項目を実施する。
  (a)外観検査
  (b)はんだ付け性試験（本試験が(c)項の DPA にて実施される場合は、どちらか一方の実施で良い）
  (c)DPA（3 個/ロット毎）
  (d)部品メーカ推奨の再検査項目

注）RNC-CNES-Q-ST-60-100 の Relifing 規定（4.3.10、5.3.10、6.3.10 項）ではロットデートコードから 7 年を超えて保管した部品は再検査すること、10 年以上経過した部品は再検査が許容されず使用不可と規定されている。一方､JMR-012 の再検査規定(5.5.8 項)では原則として部品を受入れ後 5 年を経過し保管した部品は再検査(外観検査、及びはんだ付け性試験)、また 10 年を経過した部品も再検査(外観検査、はんだ付け性試験及び電気的得性試験)を許容している。
本ハンドブックでは双方の規定を考慮した結果、ロット保証試験終了後 5 年を超えて保管した部品については再検査するが、10 年以上経過した部品については再検査を許容せず使用不可とすることが望ましい、とした。

5.3.9 ワンタイムプログラミング部品

FPGA(PLD)、PROM などワンタイムプログラミング部品（OTP）はプログラミング後のバーンイン（PPBI）を行うこと。PPBI に要する費用や PPBI による予期しない故障メカニズムの誘発等リスクを考慮し、部品メーカの推奨方法、フライト実績、PPBI 実績や要求される品質保証レベル等を基に PPBI が省略可能な場合は､PPBI の省略について JAXA と調整すること｡なお、部品の PPBI を省略する場合は、機器レベルのならし（バーンイン）試験でプログラミング後のバーンイン結果を確認すること。

5.4　評価・試験データの保管

4.5 項、5.3 項の試験･検査データ等の記録文書は、部品メーカから調達後、ユーザ（システム/機器メーカ）にてそのロットの使用された機器運用が終了するまで保管されることが望ましい。

これら検査データ等の記録文書には、少なくとも部品番号、ロット番号、試験･検査数、試料数/合否判定基準とその結果（PDA を含む)、試験･検査日付を明示すること。

6　組立および実装

ユーザ（システム/機器メーカ）は、JAXA の実装工程標準（注を参照)、または既に実績がある社内実装標準が適用できない新しいパッケージや材料については、次の事項を手順化して、組立/実装レベルでの熱サイクル、寿命などへの適合性を確認する。

(1) プリント配線板、又は EEE 部品の支持体の設計（熱的要求、EEE 部品の配置規則など）
(2) 組立ライン上での保管及び取扱い
(3) 実装前の準備（PEM（PED)段階での部品ベーキング等前処理のガイドラインとしては JEDEC 標準の JESD22-A112、JESD22-A113 及び JESD26-A を参照する。）
(4) 実装工程
(5) 実装後の目視検査に対する基準
(6) プリント配線板の保管条件

(注)
JERG-0-039 宇宙用はんだ付工程標準
JERG-0-040 宇宙用電子機器接着工程標準－部品接着固定、コンフォーマルコーティング及びポッティング
JERG-0-041 宇宙用電気配線工程標準
JERG-0-042 プリント配線板と組立品の設計標準
JERG-0-043 宇宙用表面実装はんだ付工程標準

純錫、及び鉛の含有量が３％以下の錫合金はウィスカー発生の恐れがある。ウィスカーの発生抑制が評価されているか、ウィスカー発生抑制のための適切な処理（はんだコート「HSD、あるいはオーバープレーティング」など）がされていない場合は、純錫、及び鉛の含有量が３％以下の錫合金は使用しない。

純錫、及び鉛の含有量が３％以下の錫合金については、代替品が無く、ウィスカーが発生しても危険性が無いという技術的な正当理由に裏打ちされた実証のもと、ケースバイケースで使用することが可能である。

7　　トレーサビリティ、および不具合対応

7.1　トレーサビリティ

フライト用に使用する全ての部品は、品質保証レベルに応じた一連番号及び／又はロット番号／デートコード、あるいは注文番号のいずれかにより、部品の製造・試験等における品質記録へのトレーサビリティの確認をすることが望ましい。

トレーサビリティは、部品メーカの製造･試験等、受入、実装、組立/試験 保管までの全体を通して維持することが望ましい。

7.2　不具合および故障

ユーザ（システム/機器メーカ）は品質・信頼性プログラム計画に従って、部品の受入、実装後に発生した不具合/故障について、原因調査、処置／対策および再発防止等を行う。

該当する部品、及び同種の部品に関する故障の影響、及び従属的故障の発生の可能性についても評価する。

7.3　アラート

ユーザ（システム/機器メーカ）は、候補部品の選択、評価、調達、組立/試験、保管を通じて、次の事項についての情報を収集し部品の健全性を確認する。

(1) JAXA 信頼性技術情報システム、他のアラート情報等から得られる情報を調査しアラート・不具合情報が出ていないことを確認する。
(2) アラート・不具合情報が得られた場合は、該当する情報を分析し、影響を受ける範囲を検討して適切に処置する。

8　部品情報の活用

JAXA には宇宙用部品に係る二つのデータベースがあり、ユーザ（システム/機器メーカ）、部品メーカはユーザ登録をすることでこれらの情報を閲覧、活用することができる。

本ハンドブックで対象としている宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品は、「プロジェクト承認部品データベース（PAPDB)」での非標準部品として取扱う方針で、今後、登録する場合には既存の NSPAR 部品とは区別する（4.5.3 項参照)。当該部品の PAPDB への登録、並びに当該部品の選定時や将来の使用時は、「宇宙転用のプロジェクト承認非標準部品」となり、従来の「プロジェクト承認非標準部品」とは異なることに十分注意すること。

(1) 「宇宙用部品データベース」:
JAXA で認定している宇宙用認定部品及び、開発中の部品に関するデータ及び情報
URL https://eeepitnl.tksc.jaxa.jp/

(2) 「プロジェクト承認部品データベース（PAPDB)」:
JAXA 衛星プロジェクトで使用している承認部品リスト（APL：標準部品とプロジェクト承認非標準部品）及び、NSPAR 承認の情報を一元的に管理しているデータであり、限定された登録ユーザに提供される。

ユーザ（システム/機器メーカ）は、宇宙転用可能部品を宇宙転用化した経験や教訓に基づき JAXA と情報共有を図ると共に、本ハンドブックへの改善提案や新規提案を行うことが望ましい。

JAXA は、プロジェクト承認部品データベース（PAPDB）を有効活用して、宇宙転用可能部品の宇宙転用化についての統計分析を行い、ユーザ（システム/機器メーカ)、部品メーカへの情報提供に努める。

以上